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)*

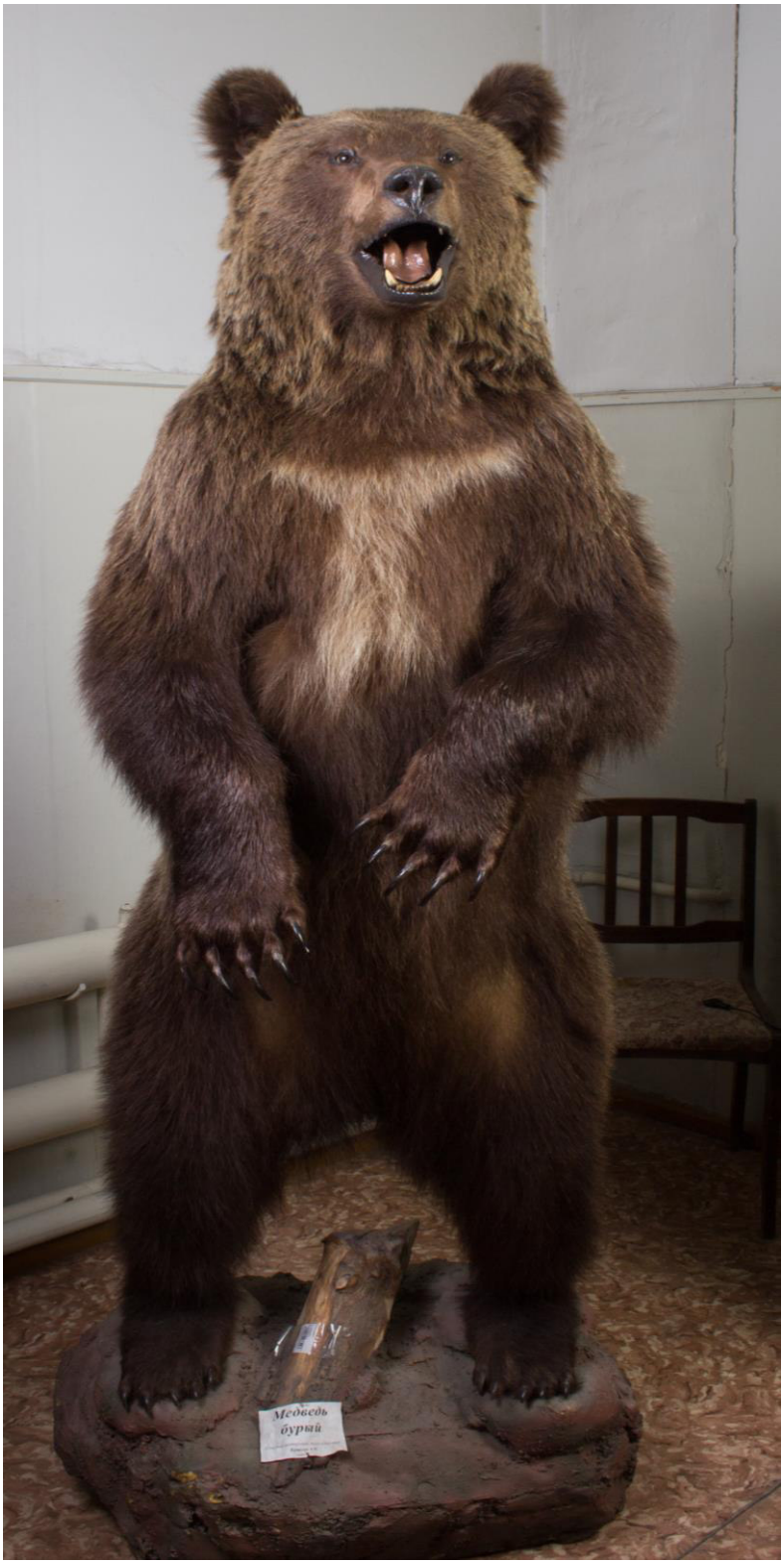


Рис.7. Бурый медведь (*Ursus arctos*)



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
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. М.АКМУЛЛЫ

Сафиуллина Л.М., Фазлутдинова А.И. Гумерова О.В.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

краткий курс лекций



Уфа 2019

Печатается по решению редакционно-издательского совета

Башкирского государственного педагогического университета им.

М.Акмуллы

Сафиуллина Л.М., Фазлутдинова А.И., Гумерова О.В. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА (Краткий курс лекций для студентов естественно-научного профиля и заочного отделения биологических специальностей педагогических университетов). – Уфа: Изд-во БГПУ, 2019. – 89с.

Предназначено для преподавателей, студентов, учителей и учащихся.

© Издательство БГПУ им. М. Акмуллы, 2019
© Сафиуллина Л.М., Фазлутдинова А.И., Гумерова О.В.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 5
Лекция 1. Почвоведение 7
Введение в почвоведение 7
Состав почвы. Гумус 9
Классификация почв 12
Лекция 2. Земледелие 13
Введение в земледелие 13
Севооборот 14
Система земледелия 17
Сорные растения 19
Обработка почвы 24
Предпосевная подготовка семян 26
Лекция 3. Агрохимия 27
Введение в агрохимию 27
Виды удобрений 28
Минеральные удобрения 28
Комплексные удобрения 32
Лекция 4. Растениеводство 33
Растениеводство. Полеводство 33
Зерновые культуры 35
Фенологические фазы развития хлебов 37
История происхождения культурных растений 39
Лекция 5. Хлебные и крупяные культуры 41
Хлебные злаки 41
Пшеница мягкая, или обыкновенная 42
Рожь посевная, или культурная 44
Ячмень обыкновенный, или посевной 45
Овес посевной 46
Кукуруза, или маис 47
Рис посевной 49
Просо обыкновенное 51
Гречиха посевная, или съедобная 52
Лекция 6. Зерновые бобовые культуры 53
Зерновые бобовые культуры 53
Горох посевной 54
Чечевица пищевая 55
Нут, или бараний горох 57
Соя культурная 57
Фасоль обыкновенная 59
Бобы кормовые, или конские 61

Лекция 7. Жирномасличные культуры 62
Жирномасличные культуры 62
Подсолнечник однолетний 63
Лён культурный 66
Конопля посевная 68
Горчица сарептская, или сизая 71
Рапс масличный 73
Мак снотворный 74
Маслина европейская, или оливковое дерево 76
Лекция 8. Овощеводство. Плодоводство 78
Овощные культуры 78
Центры происхождения овощей по Н.И. Вавилову 80
Отношение овощей к факторам среды 80
Сооружения защищенного грунта 83
Выращивание культур на искусственных субстратах 85
Выращивание рассады для открытого грунта 86
Плодоводство 87

ВВЕДЕНИЕ

Сельское хозяйство – одна из основных и жизненно важных отраслей народного хозяйства России.

Особенности сельскохозяйственного производства:

- Все продукты с/х состоят из органических веществ, которые синтезируются в растениях из веществ неорганической природы, при этом кинетическая энергия солнца превращается в потенциальную энергию органического вещества.
- Основное средство производства земля, солнечная энергия и вода.
- Производство ведется на больших площадях.
- Земледельческий труд сезонный.
- Продукты с/х производства, входят в последующие циклы производства, как средства производства. Средствами производства могут служить живые организмы.
- Продуктивность с/х зависит от подбора сортов и культур, а также агротехники возделывания.

Главным образом с/х призвано удовлетворять потребность человечества в еде. Так ежедневно человеку необходимо усваивать 97г. белков, 94 г. жиров, 421 г. углеводов. (1100 – 1400 ккал)

Выращиванием растений и разведением животных человек занялся буквально в последние 10 000 лет.

На данный момент самыми древними с/х объектами считаются - «лесосады» в тропиках южной Америки, созданные индейцами майя и ацтеки. Они применяли очень экологичный способ хозяйствования: выбрав участки леса, где росло много ценных растений, человек помогал расти ценным видам и вырубал малоценные, нужные подсаживал, подсевал. Знания о полезных растениях у этих лесосадцев были удивительно полные. Они знали и использовали не менее 3000 видов растений.

Структура с/х наук и отраслей сельского хозяйства

животноводство:

- скотоводство (КРС)
- овцеводство
- птицеводство
- свиноводство
- коневодство
- рыбоводство
- пчеловодство
- пушное звероводство
- шелководство

растениеводство (земледелие):

1) общее земледелие

2) частное земледелие – растениеводство:
- полеводство (зерновое, хлопковое, льняное)
- луговодство
- овощеводство
- плодоводство
- лесоводство

почвоведение
агрохимия

Отрасли с/х являются одновременно и научными дисциплинами.

ЛЕКЦИЯ 1. ПОЧВОВЕДЕНИЕ

ПЛАН

1. Введение в почвоведение
2. Состав почвы. Гумус
3. Классификация почв

Введение в почвоведение

Почвоведение – наука о происхождении (генезисе), строении, составе, и свойствах почвы, закономерностях географического распространения, как природного тела и как средства производства.

Почва – это самостоятельное природное тело, образовавшееся в результате изменения верхнего горизонта земной коры, при длительном совместном действии растительности, животных, климата, рельефа и производственной деятельности человека, обладающая плодородием и способная производить урожай.

Плодородие – способность почвы удовлетворять потребность растений во всех земных факторах (питание, вода и т.д.), которые необходимы для создания урожая.

Особенности почвы:

1. Почва наиболее масштабный, глобальный результат возникновения и развития жизни на земле и взаимодействия живых организмов с неживыми веществами.
2. Почва занимает определенное место на нашей планете, а именно, поверхностный горизонт земной коры.
3. Почва – продукт биосферы.
4. Почва – уникальное по своему составу и свойствам природное образование.
5. Образование и жизнь почв связана со сложными биологическими, геологическими и биогеохимическими круговоротами вещества и энергии.
6. Общее и важнейшее свойство всех почв – плодородие и при правильной эксплуатации способность самостоятельно воспроизводить плодородие.
7. Площадь плодородных почв ограничена и связана с постоянным местом и географией. Различается качество и продуктивность почв в разных районах земли.
8. Обрабатываемая почва не только природное тело, но средство сельскохозяйственного производства и предмет труда.

Факторами почвообразования являются природные условия, от которых зависит почвообразовательный процесс.

Почвообразующие породы, минералы – всякая встречающаяся в земной коре естественное природное тело, имеющее более или менее

постоянный химический состав и определенные физические свойства. Известно более трех тысяч минералов.

Магматические (первичные) образовались при застывании расплавленной магмы – граниты, базальты, дуниты и т.д.

Метоморфические (вторичные) образовались в результате разрушения первичных под действием сильного давления и высокой температуры – сланцы, гнейсы, кварциты, мрамор и т.д.

Осадочные образовались в результате выветривания первичных и вторичных пород, физического, химического или биологического превращения – известняки, доломиты, шергели и т.д.

Основные типы осадочных пород:

1) элювиальные – продукты выветривания горных пород, которые остались на месте.

2) делювиальные - продукты выветривания горных пород, которые дождевыми, талыми водами выносятся и укладываются в виде шлейфа.

3) пролювиальные - продукты выветривания горных пород, которые под действием горных потоков выносятся и укладываются в одном месте.

4) алювиальные – осадки, сформированные в результате разлива рек, пойменные или русловые.

5) озерные отложения – наносы, заполняющие понижения древнего рельефа.

6) ледниковые – продукты выветривания различных пород, перемешанные и отложенные ледником.

7) Моренные, или гляциальные – несортированные продукты выветривания различных пород, перенесенные движущимся ледником и оставшиеся на поверхности земли после его таяния.

8) покровынесуглинки – в результате разлива мелководных приледниковых речек.

9) лессы и лессовидные суглинки – отложения послеледникового периода после отхода ледника, на местах озер и морей.

10) эоловые отложения – принесенные ветром

11) морские отложения – в результате явлений трансгрессии и регрессии.

Начальный этап почвообразования – выветривание – разрушение горных пород под действием различных факторов.

Типы выветриваний:

физическое – под влиянием ветра, воды, суточных и сезонных колебаний температуры происходит образование рухляка;

химическое – изменение химического состава, реакции окисления, гидратации, растворения, обмена, дегидратации, гидролиза и др., они обусловливают дальнейшее разрушение породы и образование новых

(вторичных) минералов. Главными факторами являются вода, углекислый газ, кислород, температура;

биологическое – под действием живых организмов и продуктов их жизнедеятельности в результате разложения органических остатков происходит превращение горной породы в почву.

Последовательность процессов происходящих при выветривании горных пород и образовании почв:

1) Разрушение горных пород в результате действия химических, физических и биологических агентов выветривания и образование рухляка.

2) Разложение минералов горных пород химическим и биологическим выветриванием и образование новых минералов, а также элементов зольного питания растений в доступных формах.

3) Создание органического вещества на поверхности породы и в её верхних слоях.

4) Взаимодействие минеральных и органических веществ. Образование органо-минеральных соединений различной степени подвижности.

5) Перемещение и отложение в почвенной толще продуктов почвообразования.

6) Поступление влаги в почву и её возврат в атмосферу (испарение и транспирация)

7) Поглощение лучистой энергии солнца и её нагревание, и излучение энергии, сопровождаемой охлаждением.

Таким образом, почвообразование, растения, животные и горные породы тесно связаны. Синтез органического вещества, его разрушение, а также взаимосвязь с минеральной частью почвы – основная сущность почвообразовательного процесса.

Состав почвы. Гумус

Состав почвы.

Жидкая фаза – почвенный раствор.

Источники: атмосферные осадки, парообразная влага нп поверхности почвы, грунтовые воды.

Виды воды: гигроскопическая (не подвижная, мертвая, не доступная), пленочная (не мног подвижная, не доступная), капилярная (заполняет поры и удерживается капилярными силами, капиляронподпертая или капилярно-подвешанная), гравитационная (дождевые потоки и снег), парообразная, твердая.

Водные свойства почвы:

Влагоемкость – способность почвы вмещать и удерживать определенное количество воды. Различают полную, капиллярную, предельно полевую и максимальную адсорбцию.

Полная влагоемкость или водовместимость – максимальное количество воды, которое может находится в почве в состоянии полного насыщения при заполнении всех пор водой.

Капиллярная влагоемкость – максимальное количество капиллярно - подпертой воды, которое может содержаться в почве.

Предельная полевая влагоемкость – наибольшее количество воды, которое почва при глубоком залегании грунтовых вод может удерживать в подвешенном состоянии.

Максимальная гигроскопическая влажность – количество адсорбированной и конденсированной воды, которое поглощает сухая почва из воздуха, находящегося в состоянии близком к насыщению.

Гигроскопичность – способность адсорбировать (поглощать) парообразную влагу из атмосферного воздуха и прочно удерживать её на поверхности своих частиц.

Водопроницаемость – способность почвы впитывать и пропускать через себя воду из верхних слоев в нижние.

Водоподъемная способность – или капиллярность – способность почвы поднимать по капиллярам влагу из нижних горизонтов в верхние.

Газообразная фаза – почвенный воздух, аналогичен атмосферному, чуть больше углекислого газа и меньше кислорода.

Состояния: свободные (защемленный), адсорбированный, растворенный в почвенной воде

Твердая фаза – состоит из минеральной (95%) и органической части (5% в торфяниках до 95%). Органическая часть состоит из растительных остатков, не потерявших анатомической структуры и гумуса.

Гумус, или перегной - это сложный комплекс органических соединений взаимосвязанных между собой. Состоит из: веществ исходных органических соединений (белки, жиры, углеводы, воск, лигнин и т.д.), промежуточных веществ распада этих соединений, и гумусовых или перегнойных веществ (азот содержащие гуминовые и фульвокислоты).

Гуминовые кислоты: черного цвета, слабо растворимые в воде, хорошо растворимые в слабых кислотах и щелочах, аммиаке, в составе C, O, N, P, S, Si, Al, Fe и др. Соли гуматы - коллоидные осадки (гели).

Фульвокислоты: оранжевого цвета, хорошо растворимые в воде, кислотах, щелочах., pH 2,6 –2,8, содержат карбоксильные и финилгидридные группы., разрушают минеральную часть почвы.

Таким образом, если больше фульвокислот, вымывается минеральная часть почвы, образуются подзолистые, дерново-подзолистые почвы, если больше гуминовых кислот, минеральные элементы оседают в почве, создается плодородие почвы.

Значение гумуса:

1. Накопление основных элементов минерального питания, которые при разложении становятся доступными растениям.

2. В процессе синтеза гумуса выделяется CO_2.

3. Склеивает почвенные частицы, создавая структуру почвы.

4. Закрепляет элементы минерального питания, предохраняя от вымывания.

5. Водорастворимые формы гуминовых кислот используются растениями в пищу.

Таблица 1

Влияние опада и биомассы на запасы гумуса в различных природных зонах

природная зона, почва	опад, т/га	биомасса, т/га	запасы гумуса, т/га
тайга, дерново-подзолистая	3-5	270-330	160-190
широколиственный лес, лесостепь, серая лесная	5-7	300-400	300-310
луговая, степь, чернозем	10-13	23-25	500-550

Почвенные коллоиды – это частицы размером более 0,0001мм. Образуются в результате измельчения частиц – диспергации, и укрупнения частиц – конденсации молекул. Количество зависит от содержания гумуса и механического состава почвы. Известно два коллоидных состояния: коллоидные растворы – золи и коллоидные хлопьевидные осадки – гели. Обезвоживание коллоидов и соединений коллоидных частиц называется коагуляция.

Совокупность почвенных частиц обладающих коллоидными свойствами называется почвенным поглощающим комплексом или ППК.

В ППК единицу коллоида представляет коллоидная мицелла:

ядро (недиссоциированные молекулы)

потенциалопределяющий слой

слой компенсирующих ионов

неподвижный слой компенсирующих ионов

диффузный слой

двойной электронный слой.

ацидоид частица с зарядом « - »

базоид частица с зарядом « + »

амфолитоид – частица, меняющая заряд в зависимости от реакции среды.

Способность твердой фазы почвы поглощать из почвенных растворов и суспензий и обменивать с ними различные вещества называется *поглотительная способность*.

Механическая поглотительная способность – связана с пористостью – способность задерживать частицы другого вещества.

Физическая поглотительная способность или молекулярная адсорбция – основана на способности мицеллы притягивать к себе и удерживать молекулы веществ.

Химическое поглощение – когда вещества входящие в состав почвенного раствора вступают в реакции обмена, образуя трудно растворимые соли, выпадающие в осадок.

Физико-химическое поглощение – обменная адсорбция – способность коллоидной мицеллы обмениваться с катионами диффузного слоя.

Емкость поглощения – сумма всех катионов диффузного слоя способных обмениваться, мгр-экв/100г почвы.

Классификация почв

Тип – почвы образованные в одинаковых условиях, обладающие сходным строением и свойствами.

Подтип – группа почв в пределах типа которые отличаются друг от друга проявлением основного и налагающего процессов почвообразования по внешнему виду и свойствам.

Род – группа в пределах подтипа, который отражает свойства почв связанные с химизмом почвообразующих пород и грунтовых вод.

Вид – система почв в пределах рода, характеризует степень выраженности почвообразовательного процесса.

Разновидность – систематическая единица в пределах вида, которой отражает механический состав почвы.

Разряд – характеризует материнскую породу, на которой образовалась почва.

Например, Тип – серые лесные

Подтип – светло, обычно, темно

Род – остаточно карбонатные

Вид – слабо оподзоленные

Разновидность – средний суглинок

Разряд - на лессовидном суглинке

Бонитировка почв – (bonitos) добротность сравнительная оценка почв по их производительности и плодородию.

Диагностические признаки:

1) мощность гумусового горизонта;
2) количество или содержание гумуса;
3) содержание элементов минерального питания;
4) обменная кислотность;
5) емкость поглощения;
6) механический состав.

При экономической оценке земель учитывают экономическое или эффективное плодородие, зависящее не только от полученной урожайности, но и от применяемых средств, затрат труда и условий местности. На основании комплекса экспертиз составляется земельный кадастр – совокупность достоверных сведений о земле, её качественном и количественном состоянии и правовом положении.

ЛЕКЦИЯ 2. ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

ПЛАН

1. Введение в земледелие
2. Севооборот
3. Система земледелия
4. Сорные растения
5. Обработка почвы
6. Предпосевная подготовка семян

Введение в земледелие

Земледелие – наука о рациональном использовании земли и увеличении её плодородия.

Природные тела и явления, которые служат для растений источником вещества и энергии и участвуют в создании тела растений, влияют на рост, развитие, урожай и его качество – называют факторами жизни растений.

Основная задача научного земледелия – различными приемами воздействия на почву по возможности полнее удовлетворять потребности растений в факторах жизни космических – свет, тепло, и земных – вода, воздух и элементы минерального питания.

Не менее важны и условия, при которых проявляются факторы: почвенные (эдафические), биологические (фитологические), агротехнические (антропогенные).

Взаимоотношения растений с факторами жизни растений подчиняются законам земледелия:

Закон незаменимости и равнозначности факторов жизни растений

Ни один из факторов жизни растений, не может быть заменен ни каким другим. Ничтожная потребность растений в каком-либо микроэлементе, если не будет удовлетворена, может нарушить нормальный ход роста и развития. При большом разнообразии почвенных и климатических условий и разнообразии культур возникают различные сочетания факторов. При этом в одних условиях приходится заботиться о воде, в других о тепле и т.д.

Закон минимума, оптимума, максимума

Устанавливает зависимость величины урожая от фактора находящегося в относительном минимуме. Опытным путем установлено, что каждая последующая доза испытуемого фактора приносит меньшую прибавку урожая, чем предыдущая. Для получения максимального урожая необходимо оптимальное количество каждого фактора. Растения используют полностью фактор, находящийся в минимуме.

Закон совокупного действия факторов жизни растений

Растения с тем большей продуктивностью используют находящийся в минимуме фактор, чем большее число других факторов находится в оптимуме.

Закон возврата

Все что растение выносит с урожаем из почвы, должно вернуться обратно

Закон плодосмена

Любое агротехническое мероприятие более эффективно при чередовании культур

Закон прогрессивного повышения плодородия почвы

При научно-обоснованном интенсивном земледелии плодородие почвы не только не понижается, а наоборот улучшается

Севооборот

Научно-обоснованное чередование культур и паров во времени и на территории называют севооборотом.

Причины:

Химические:

- одностороннее истощение почвы минеральными элементами;
- различный объем синтеза и распада органики;
- разная глубина проникновения корней и следовательно разная глубина выноса питательных элементов;

Физические:

- влияние культур на структуру, строение, плотность, водный режим почвы и способность накапливать органические остатки.

Биологические:

- утомление почвы
- накопление отрицательного фитопотенциала: болезней, вредителей и специальных сорняков.

Экономические, организационно-хозяйственные:

- рациональное использование земли, ресурсов, потенциала растений, техники, удобрений, рабочей силы

Пар – это поле свободное от возделываемых культур в течение определенного периода времени, в течение которого его тщательно обрабатывают, удобряют и поддерживают в чистом от сорняков состоянии. Назначение пара – очищение почвы от семенных зачатков сорняков,

вредителей, возбудителей болезней, сохранение влаги в глубоких слоях почвы.

Чистый – свободный весь вегетационный сезон.

Кулисный – пар засеваемый кулисами из высокостебельных растений для задержки снега, борьбы с эрозией.

Занятый – засеянный растениями, рано освобождающими поле.

Сидеральный – занятый пар, засеваемый бобовыми растениями для заделки в почву как зеленое удобрение.

Предшественники по степени убывания качества:

1. чистые и занятые пары для озимых хлебов
2. многолетние травы (клевер, люцерна, эспарцет их смеси со злаками)

- обогащают почву азотом и органикой
- улучшают структуру почвы
- подавляют аэробные процессы и жизнедеятельность микроорганизмов
- рано убирают с поля
- для яровых зерновых

3. зернобобовые непропашные (горох, вика на семена, чечевица, нут и др.)

- накапливают азот в почве
- рано освобождают поле, короткий период вегетации,
- мобилизуют из почвы подвижные питательные вещества
- для зерновых, пропашных, и технических

4. пропашные (кукуруза, подсолнечник, картофель, свекла, кормовые бобы, соя, сорго)

- очищают поле от сорняков,
- повышают микробиологическую активность почвы вследствие систематического рыхления
- мобилизуют из почвы подвижные питательные вещества
- для яровых зерновых, зернобобовых, крупяных

5. озимые зерновые (пшеница, рожь, ячмень)
6. яровые зерновые непропашные (пшеница, овес, ячмень, гречиха, просо, рис и др.)

- лучше используют влагу осенних и зимних осадков
- затеняют сорняки, опережая их в росте
- меньше выносят из почвы зольные элементы

7. технические непропашные (лен, конопля)

Таблица 2

Севообороты в системах земледелия

Зернопаровые	зерновые культуры +	засушливые районы, степи	плодородие за счет удобрений и

	читый пар	Северного Казахстана, Западной Сибири, Нижнее Поволжье	рациональной системы обработки почвы.
Зернопаропропашные	зерновые + пар + пропашные	степи Украины, Молдовы, Среднего и Нижнего Поволжья, Северного Кавказа, Южного Урала, Северного Казахстана и Сибири	плодородие за счет удобрений и рациональной системы обработки почвы.
Зернопропашные	зерновые + пропашные	Украина, орошаемые поля Северного Кавказа, Молдова, Центральное Черноземье	плодородие за счет удобрений и рациональной системы обработки почвы.
Зернотравяные	зерновые + многолетние травы + однолетние травы	орошаемые или районы с достаточным увлажнением Нечерноземье, лесостепи Украины, России	удобрение, использование пласта многолетних трав с рациональной системой обработки почвы, используется для производства зерна, зернофуражных и грубых кормов и сортовых семян, широко используется посев промежуточных культур
Плодосменные	зерновые + пропашные и бобовые	районы с достаточным увлажнением,	плодородие за счет удобрений и рациональной

		Нечерноземья, лесостепи Украины, и России	системы обработки почвы, чередования культур
Пропашные	овощные (специальные), прифермерские (кормовые)	на хорошо окультуренных почвах	удобрения, мелиорация, интенсивная обработка почвы
Сидеральные	бобовые + зерновые и пропашные	Белоруссия, Украина, Нечерноземная Россия	
Травяно-пропашные	пропашные + многолетние травы	кормовые (прифермерские), молочно-картофельной специализации	
Травопольные	многолетние травы, бобово-злаковые травосмеси		

Промежуточные культуры:

озимые – осенью сеют, весной убирают или запахивают;

пожнивные – по обработанному жнивью засевают зерновые, которые используют в том же году;

поукосные – после уборки однолетних трав на корм;

подсевные – под покров зерновых культур и однолетних трав убирают в том же году.

Система земледелия

Система земледелия – комплекс агротехнических, миллиоративных, организационно - хозяйственных и других мероприятий, направленных на эффективное использование земли, агроклиматических ресурсов, биологического потенциала растений, на защиту почвы от эрозии и повышение её плодородия с целью получения высоких устойчивых урожаев при наименьших затратах труда и средств на единицу продукции.

Развитие систем земледелия:

Подсечно-огневая система земледелия (лесопольная)

естественная лесная растительность сжигалась, а освободившаяся площадь использовалась под посевы зерновых культур.

Залежная и переложная системы зародились в степных районах. Целинные степные участки распахивались под зерновые хлеба. Через два три года урожай снижался, участок захватывали сорняки и его оставляли

под залежь и осваивали новый. Через 10-15 лет по мере зарастания его характерной степной растительностью к нему можно было вернуться вновь. Вновь распаханное поле называли перелог.

Это были экосистемы «ваньки-встаньки» Однако рост народонаселения привел к увеличению площади пашни и количества скота.

Паровая система – между посевами появилось паровое поле. Переложная система превратилась в переложно-паровую и затем в паровую. В то время кормовые культуры на полях не выращивались Для развития животноводства не было условий. Оно было названо «навозным».

Многопольно-травяная или выгонная система - ограниченная часть земли отводилась под зерновые, не менее половины оставлялось под естественным сенокосом и выпасом. Естественные травы заменялись сеянными, и первые годы использовались на укос, а затем на выгон. Получила распространение в приморских и горных районах.

Улучшенные зерновые системы возникли в Древнем Риме. Улучшение паровой системы происходило путем введения в зернопаровые севообороты многолетних трав. Плодородие почвы поддерживалось многолетними травами, паровой обработкой, применением удобрений (чаще навоза).

Травопольная система - луговой севооборот с сочетанием однолетних и многолетних трав.

Плодосменная система включала в себя следующие элементы:

- распашка естественных кормовых угодий в пашню;
- возделывание кормовых культур на полях;
- ликвидация чистых паров и замена их бобовыми травами;
- чередование зерновых культур (узколистных) с бобовыми и пропашными (широколистными).

Промышленно-заводская - значительная часть пахотных земель использовалась под посевы технических, пропашных, или овощных культур с применением больших затрат труда и средств.

Характерные звенья зональных систем земледелия:

1) организация землепользования
2) севообороты
3) удобрения
4) обработка почвы
5) защита растений от вредителей и сорняков
6) семеноводство и сортообновление
7) защита от эрозии и охрана окружающей среды
8) интенсивные технологии
9) система машин
10) организация и оплата труда

Сорные растения

Сорняки – растения, не возделываемые человеком, а произрастающие на сельскохозяйственных угодьях помимо воли человека, снижающие урожаи сельскохозяйственных культур в результате конкуренции с ними за свет, воду, элементы минерального питания и другие факторы жизни растений.

Засорители – это культурные виды, произрастающие в виде примесей в посевах других видов и сортов сельскохозяйственных растений.

Особо опасные трудно искореняемые сорняки, которые в нашей стране отсутствуют или распространены на ограниченной территории, отнесены к карантинным сорнякам (Горчак розовый Picris hieracioides L., Подсолнечник сорный Helianthus ruderalis, Амброзия полыннолистная Ambrosia artemisiifolia L., Амброзия трехраздельная Ambrosia trifida L.).

Таблица 3

Классификация сорных растений

Паразиты	
корневые	стеблевые
Заразиха подсолнечниковая *Orobanche cumana* Wallr.	Повилика европейская *Cuscuta europaea* L. Повилика клеверная *Cuscuta lupuliformis* Krock.
однолетние травянистые растения	семена сохраняют всхожесть до 8 лет
меры борьбы: очистка семян, правильный севооборот, заразихоустойчивые сорта	очистка семян, скашивание сорняков и их уничтожение, карантинные мероприятия
Полупаразиты (способны к фотосинтезу)	
семена сохраняют всхожесть один год	Погремок большой *Rhinanthus major* L. Очанка прямостоящая *Euphrasia stricta* D. Wolff ex J.F. Lehm.
меры борьбы: очистка семян, посев семенами прошлых лет, чередование культур в севообороте, химическая прополка	Марьянник петушиный гребешок *Melampyrum cristatum* L. Мытник уральский *Pedicularis uralensis*

Непаразиты (автотрофный тип питания)

малолетние		многолетние
живут не более 1-2 лет, один раз плодоносят и отмирают		живут более двух лет, размножаются семенами и вегетативно
Эфимеры	короткий период вегетации, семена сохраняют всхожесть до 4 лет засоряют: овощные, яровые зерновые, многолетние травы	Звездчатка средняя *Stellaria media* (L.) Vill.
Яровые ранние	прорастают ранней весной, заканчивают развитие до уборки или одновременно с культурой	Овсюг обыкновенный *Avena fatua* L. Плевел опьяняющий *Lolium temulentum* L. Горец вьюнковый *Polygonum convolvulus L. = Fallopia convolvulus* (L.) Горец шероховатый *Polygonum scabrum Moench = Polygonum lapathifolium* L. = *Persicaria scabra* (Moench) Mold. Горчица полевая *Sinapis arvensis* L. Марь белая *Chenopodium album* L. Пикульник двурасщепленный (жабрей) *Galeopsis bifida* Boenn. Пикульник ладанниковый *Galeopsis ladanum* L. Подмаренник цепкий *Galium aparine* L. Редька дикая *Raphanus raphanistrum* L. Чистец однолетний *Stachys annua* L.
Яровые поздние	пожнивные сорняки, прорастают весной, отмирают позже уборки ранних яровых культур засоряют: поздние яровые и пропашные культуры	Петушье просо (ежовник) *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv. Щетинник зеленый *Setaria viridis* (L.) Beauv. Щетинник сизый *Setaria glauca* (L.) Beauv. = *Setaria pumila* (Poir.) Schult. Конопля сорная *Cannabis ruderalis* Janisch. Крапива жгучая *Urtica urens* L. Паслен черный *Solanum nigrum* L. Череда трехраздельная *Bidens*

		tripartita L. Ширица запрокинутая *Amaranthus retroflexus* L.
Зимующие	при ранневесенних всходах отмирают в том же году, при поздних всходах заканчивают вегетацию в следующем году. засоряют: озимые культуры и многолетние травы меры борьбы: очистка семян, обработка почвы, химическая прополка агротехнические мероприятия	Живокость полевая *Delphinium consolida L. = Consolida regalis* S.F. Gray Змееголовник тимьяноцветковый *Dracocephalum thymiflorum* L. Пастушья сумка *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. Ромашка непахучая *Matricaria inodora* L. Фиалка трехцветная *Viola tricolor* L. Ярутка полевая *Thlaspi arvense* L.
Озимые	специализированные сорняки озимых зерновых культур, для развития нужны низкие температуры, двулетники меры борьбы: очистка семян, чередование озимых с яровыми культурами, боронование, борьба с переувлажнением, подкормка	Костер ржаной *Bromus secalinus* L. Метлица полевая *Apera spica-venti* (L.) Beauv. Василек голубой *Centaurea cyanus* L. Икотник серо-зеленый *Berteroa incana* L.
Двулетники	настоящие двулетники, первый год вегетируют, на следующий цветут и плодоносят, засоряют: озимые и многолетние травы меры борьбы: очистка семян, чередование озимых с яровыми культурами, боронование, подкормки, борьба с переувлажнением	Белена черная *Hyoscyamus niger* L. Донник белый *Melilotus albus* Medik. Донник лекарственный *Melilotus officinalis* (L.) Pall. Липучка обыкновенная *Lappula myosotis Moench = Lappula squarrosa* (Retz.) Dumort. Свербига восточная *Bunias orientalis* L. Синяк обыкновенный *Echium vulgare* L. Чертополох курчавый *Carduus crispus* L.

многолетники

не размножающиеся, или слабо размножающиеся вегетативно			
мочковато корневые	размножаются семенами	засоряют: сенокосы, пастбища, реже посевы зерновых, овощных меры борьбы: осушение, подрезание приемами обработки почвы	Подорожник большой *Plantago major* L.
стержнекорневые	семенами	пахотные и сенокосно-пастбищные очистка семян, подрезание розеток, подкашивание до созревания семян	Полынь горькая *Artemisia absinthium* L. Одуванчик лекарственный *Taraxacum officinale* Wigg. Щавель курчавый *Rumex crispus* L. Смолевка – хлопушка *Silene cucubalus Wib.* = *Oberna behen* (L.) Ikonn. Чистотел большой *Chelidonium majus* L.

с ярко выраженным вегетативным размножением			
ползучие	стелющимися укореняющимися побегами (усами)		Лютик ползучий *Ranunculus repens* L. Будра плющевидная *Glechoma hederacea* L. Лапчатка гусиная *Potentilla anserina*
клубневые и луковичные	луковицами и клубнями	полевые культуры на осушенных землях, влажные сенокосы и пастбища меры борьбы: осушение, глубокое рыхление зяби, улучшение сенокосов и пастбищ, химпрополка	Чистец болотный *Stachys palustris* L. Лук круглый *Allium rotundum* L.

корневищные	подземными побегами	засоряют любые посевы, плохо переносят затенение меры борьбы: химпрополка, система агротехнических мероприятий провокация с удушением, вычесывание, вымораживание, высушивание	Пырей ползучий *Elytrigia repens* (L.) Nevski Свинорой пальчатый *Cynodon dactylon* (L.) Pers. Хвощ полевой *Equisetum arvense* L. Хвощ луговой *Equisetum pratense* Ehrh.
корнеотпрысковые	боковыми корнями, образуя куртины	засоряют любые посевы, переносят засуху, меры борьбы: послойное подрезание побегов, провокация, химпрополка	Бодяк полевой *Cirsium arvense* (L.) Scop. Вьюнок полевой *Convolvulus arvensis* L. Молочай лозный *Euphorbia virgata* Waldst. et Kit. Молокан татарский *Mulgedium tataricum* = *Lactuca tatarica* (L.) C.A. Mey. Осот полевой *Sonchus arvensis* L. Сурепка обыкновенная *Barbarea vulgaris* R. Br. Крапива двудомная *Urtica dioica* L. Щавель малый *Rumex acetosella* L. Льнянка обыкновенная *Linaria vulgaris* Mill.

Меры борьбы:

предупредительные:

- очистка от семян сорняков
- правильное приготовление навоза
- скармливание зерно отходов только в размолотом и запаренном виде
- своевременная уборка
- комбайны с уловителями семян сорняков
- обкашивание меж, обочин, пустырей

- внутренние и внешние карантины

истребительные:

- механическое уничтожение растений, семян, вегетативных органов в почве, провокации, удушение, послойное подрезание

- химическими препаратами гербицидами сплошного действия или избирательными (системные – почвенные или листовые, контактные – не повреждают корни)

- биологическим способом за счет чередования культур в севообороте, использования различных способов посева, роков, норм посева, использования возбудителей болезней и вредителей.

Обработка почвы

Обработка почвы – механическое воздействие на почвы рабочими органами машин и орудий обеспечивающее наилучшие условия для возделываемых культур

Правильная обработка почвы решает следующие задачи

1. создание благоприятного водно-воздушного и теплового обмена
2. улучшение питательного режима за счет усиления деятельности микроорганизмов и заделки удобрений
3. уничтожение сорных растений, возбудителей болезней и вредителей сельскохозяйственных культур
4. заделка семян на нужную глубину
5. защита от водной и ветровой эрозии

Технологические процессы при обработке почвы:

- оборачивание
- рыхление
- перемешивание
- выравнивание поверхности
- уплотнение
- подрезка сорняков и стерни
- создание микрорельефа (гребни, гряды, лунки)
- щелевание, бороздование

Технологические свойства почвы:

Связность – способность оказывать сопротивление раздавливанию и расклиниванию

Тяжесть приходящаяся на плуг, кг/см^2. На супесчаных почвах 0,2-0,35 кг/см^2, на суглинках 0,5-0,8 кг/см^2

Пластичность – способность почвы под действием орудий изменять форму и сохранять её долгое время

Липкость – способность почвы прилипать к рабочим органам машины, г/см^2.

Физическая спелость – состояние почвы, когда при обработке она хорошо крошится и не прилипает к рабочим органам машин.

Различают основную и поверхностную обработку почвы. Основная обработка – первая наиболее глубокая после предшествующей культуры (до 30см). Прием основной обработки – вспашка. Вспашка обеспечивает оборачивание и рыхление обрабатываемого слоя почвы, а также подрезание подземной части растений, заделку удобрений и пожнивных остатков. Орудие основной обработки почвы – плуг. Плуг состоит из отвала, лемеха и стойки. Кроме того могут применятся безотвальный плуг, плоскорез и чизель. Плуг общего назначения прицепной, навесной или полунавесной имеет размеры 20-35см. Специальные плуги для работы в садах, лугах, болотах, среди кустарников, на каменистых горных склонах могут быть высотой до 50-65см.

Типы плугов: отвальный (культурный), безотвальный, вырезной, с почвоуглубителем (для каменистых почв), с выдвижным долотом (для тяжелых, твердых, глинистых почв), дисковый (для переувлажненных).

Зяблевая вспашка – вспашка летом и осенью, под зиму, посев весной.

Весновспашка – вспашка весной.

Перепашка – вспашка зяби весной вновь.

К поверхностной обработке относится обработка почвы на глубину до 12-14см: лущение, культивация, боронование, шлейфование, прикатывание послеуборочное лущение жнивья, предпосевная обработка целины.

Культивация – рыхление, частичное перемешивание, внесение в почву минеральных удобрений, уничтожение сорняков.

Орудия: культиваторы со стрельчатыми, пружинчатами, долотообразными, ротационными, штанговыми лапами.

Лущение – рыхление верхнего слоя почвы перед пахотой.

Орудия – лущильники лемешные, устроены как плуг (до 18см), и дисковые (4-8см).

Боронование – рыхление верхнего слоя почвы, разрушение почвенной корки после дождя, уничтожение всходов сорняков, вычесывание отмерших растений, выравнивание поверхности почвы.

Орудия – дисковые, сетчатые, зубовые бороны.

Шлейфование – прием выравнивания рыхлой почвы.

Орудия – шлейфы или волокуши подцепляются к культиваторам вместо бороны.

Прикатывание – уплотнение и выравнивание поверхности почвы, дробление глыбистой части почвы, создание равновесных условий для всех семян.

Орудия – катки.

Предпосевная подготовка семян

1) сортировка
2) протравливание (против болезней и вредителей различными ядами)
3) термическая обработка (нагревание или закаливание)
4) гидрофобизация (покрытие водоотталкивающей пленкой для посевов в ранние сроки)
5) шлифование (для равномерности посева семян с выростами и крючками)
6) скарификация (нарушение целостности наружной оболочки)
7) дражирование (покрытие семян оболочкой с питательными веществами, макро и микро элементами)
8) стратификация (выдерживание семян во влажной среде при низких положительных температурах при несовпадении биологического и семенного созревания)
9) намачивание (до набухания)
10) проращивание (до появления ростков)
11) стимуляция (намачивание в физиологически активном растворе)
12) барботирование (выдерживание семян в воде постоянно насыщаемой кислородом)

В сельском хозяйстве все, что сеется, принято называть семенами, т.е. истинные семена – разросшаяся, оплодотворенная семяпочка и плоды – разросшаяся завязь.

Биологические особенности семян – их разнокачественность, она зависит:

1) от места созревания семян в колосе или в початке
2) от условий произрастания растений
3) наследственных свойств растений
4) механических повреждений семян

Сорт – сельскохозяйственных культур это совокупность культурных растений, созданных путем селекции, обладающие определенными наследственными, биологическими, морфологическими и хозяйственно-ценными признаками и свойствами.

Местные сорта формировались под действием естественного отбора в сочетании с примитивной селекцией

Селекционные сорта созданы путем применения различных приемов селекции.

Районированные сорта, прошедшие испытание в местных условиях и рекомендованные для разведения.

Перспективные сорта – те, которые полностью в местных условиях свои качества еще не подтвердили.

ЛЕКЦИЯ 3 АГРОХИМИЯ

ПЛАН

1. Введение в агрохимию
2. Виды удобрений
3. Минеральные удобрения
4. Комплексные удобрения

Введение в агрохимию

Агрохимия – изучает взаимоотношения между растениями, почвой и удобрениями. Изучает круговорот веществ в земледелии и способы регулирования питания сельскохозяйственных растений, для повышения количества и качества урожая

Удобрения – разнообразные минеральные и органические вещества и материалы, которые содержат необходимые для растений элементы питания, усиливают мобилизацию питательных веществ из почвенных запасов, и улучшают свойства почвы.

Критический период в питании растений – период, когда недостаток какого-либо элемента в питательной среде особенно отрицательно сказывается на росте растений и последующее обеспечение их этим элементом не в состоянии полностью исправить положения.

Например, в отношении фосфора и азота - критическим периодом для с/х культур являются первые 10-15 дней после появления всходов. В полевых условиях критический период обычно совпадает с пониженной активностью микроорганизмов (рано весной).

Максимальный период в питании растений – период, когда среднесуточное потребление элемента питания достигает своего максимума. Обычно соответствует более поздним фазам развития растений, периоду наибольшего накопления биомассы.

Система удобрений – это организационно-хозяйственный, агрохимический и агротехнический комплекс мероприятий, направленных на выполнение научно-обоснованного плана применения удобрений, в котором предусматривается виды, нормы, сроки внесения и способы заделки удобрений под разные культуры. Учитываются особенности культуры, величина планируемого урожая, почвенно-климатические условия, последствия действия удобрений, особенности каждого поля, баланс питательных веществ за севооборот, влияние удобрений на качество урожая, повышение или сохранение плодородия почвы.

Биологический вынос – это такое количество питательных веществ, которое потребляется растениями для создания биологической массы данного урожая (зерно, солома, корневые остатки).

Хозяйственный вынос – это та часть питательных веществ, которая содержится в товарной продукции, увозимой с поля при уборке.

Остаточная часть – это питательные вещества остающиеся на поле в виде пожнивных корневых остатков, опавших листьев, потерь зерна

Виды удобрений

Удобрения бывают прямого и косвенного действия, например, известь.

Виды известковых удобрений:

- известковые туфы (90-98% извести);
- мергель 27-30%;
- озерная известь 25-40%;
- торфотуфы 60-50%;
- сланцевая зола;
- металлургические шлаки;
- дефекаты;
- известь гашеная.

В Башкирии 1/3 часть почв нуждаются в известковании.

Гипс – применяют на солонцовых почвах для уменьшения засоленности (почва очень плотная).

Зеленые удобрения - растения с клубеньковыми бактериями и большой зеленой массой, сидеральные культуры (люпин, донник, озимая вика, горох). Доводят до стадии цветения и запахивают.

Удобрения прямого действия:

Местные:

- органические;
- бактериальные;
- зола.

Промышленные:

- минеральные;
-химические соли.

Как правило, растениями используется только часть – действующее вещество:

у азотных удобрений – N

у фосфорных удобрений – P_2O_5

у калийных удобрений – K_2O

Простые удобрения - содержат только один элемент питания. Комплексные – два и больше элементов питания.

Минеральные удобрения

Азот составная часть белков, нуклеиновых кислот, хлорофилла, ферментов, большинства витаминов, и др. органических соединений.

Азот в почве: минеральный азот доступен растениям, но его мало 2-3%, органический азот в составе белков, гумусовых веществ (99%) не доступен растениям

Над каждым гектаром почвы 80тыс тонн атмосферного азота.

Азотные удобрения (соли аммония и нитраты):

1. Аммонийно-нитратные удобрения:

- аммиачная селитра (азотнокислый аммоний, нитрат аммония) NH_4NO_3 34%N

$NH_3+HNO_3 = NH_4NO_3$ (белый гранулированный порошок, гигроскопичный, огнеопасный, при детонации взрывоопасен, физиологически кислый).

2. Аммонийные удобрения:

- сульфат аммония (сернокислый аммоний) $(NH_4)_2SO_4$ 19,9 –21%N

$2NH_3 + H_2SO_4= (NH_4)_2SO_4$ (получают из отходов коксового производства, мелкокристаллическое вещество белого или сероватого цвета, растворимое в воде, физиологически кислое).

3. Нитратные удобрения:

- натриевая селитра (нитрат натрия) $NaNO_3$ 16 –16,4% N (белое, буровато-желтое, мелкокристаллическое вещество, растворимое в воде, гигроскопичное, физиологически щелочное).

В почве: $NaNO_3+(ППК)Ca = (ППК)Na+ Ca(NO_3)_2$

$NaNO_3^+ + HCO_3^- = NaHCO_3^-$ (сода)

- кальциевая селитра (нитрат кальция, известковая селитра) $Ca(NO_3)_2$ 17,5% N (гранулированный порошок белого цвета, гигроскопичный, растворимый в воде, физиологически щелочное).

1) $CaCO_3 + 2HNO_3 = Ca(NO_3)_2 + H_2O + CO_2$

2) из фосфоритной муки + $HNO_3 = Ca(NO_3)_2$ + преципитат

4. Амидные удобрения:

- мочевина (карбамид) $CO(NH_2)_2$ 46 – 46,5% N (гранулированный порошок, гигроскопичный, растворимый в воде, самое концентрированное, физиологически кислое).

$2NH_3 + CO_2 = CO(NH_2)_2$

аммиак + угольная кислота под давлением

В почве: $CO(NH_2)_2+ H_2O = (NH_4)_2CO_3$ (временное подщелачивание)

$(NH_4)_2CO_3 +(ППК)Ca = (ППК)2NH_4+ CaCO_3$

$(NH_4)_2CO_3+4O_2 = 2HNO_3+ H_2CO_3+2H_2O$

нитрифицирующие бактерии

$2HNO_3+(ППК)Ca = (ППК)2H + Ca(NO_3)_2$

при производстве, в процессе её гранулирования, при повышенной температуре может образоваться токсичное соединение биурет:

$2CO(NH_2)_2 = (CONH_2)_2NH + NH_3$

- цианамид кальция ($CaCN_2$) 19-20%N (тонкий порошок, черный от примеси углерода, не растворим в воде, с запахом керосина, сильно пылит, поэтому добавляют минеральные масла или гранулируют, можно работать только в перчатках и в очках).

$N_2+CaC_2=CaCN_2+C$

В почве: $CaCN_2 + H_2O = Ca(HCN_2)_2 + Ca(OH)_2$

$(ППК)2H + Ca(HCN_2)_2 = (ППК)Ca + H_2CN_2$ (ядовит)

$H_2CN_2 + H_2O = CO(NH_2)_2$ мочевина

может применяться как гербицид и дефолиант

Жидкие азотные удобрения:

- жидкий аммиак (NH_3) 82,3%N (бесцветная летучая жидкость, с запахом нашатырного спирта, токсичный, взрывоопасный, храниться в толстостенных цистернах). Получают сжижением аммиака под давлением.

- аммиачная вода (водный аммиак) 16,4 – 20,5% N (не разрушает черные металлы, замерзает при – 33 – 56^0C, ее лучше перевозить только на близкие расстояния).

В почве $(ППК)2H + NH_3 = (ППК)NH_4$

$2NH_3 + 3O_2 = 2HNO_2 + 2H_2O$

$2HNO_2 + O_2 = 2HNO_3$

Применение азотных удобрений:

Наиболее бедны азотом дерново-подзолистые почвы.

Не нужно вносить под бобовые культуры – клевер, люцерну, частично под горох, вику, сою, фасоль. Под озимые культуры азот вносят до посева в качестве ранневесенней подкормки. Под яровые вносят под вспашку.

Фосфор составная часть белков, РНК, ДНК, особенно необходим в момент деления клеток.

Фосфор в почве:

- минеральный фосфор фосфорсодержащие соли Ca^{2+}, Mg^{2+}и др.

- H_2PO_4 - растворимые

- HPO_4^{2-} - не растворимые в воде, но растворимые в слабых кислотах

- PO_4^{3-} - трудно растворимые в воде и слабых кислотах, усваиваются только растениями с кислыми корневыми выделениями – люпином, гречихой, горчицей.

- органический фосфор (белки, фосфатиды, фитины и т.д.) растениям не доступны

Фосфорные удобрения:

1. Сырьевая база: апатиты и фосфориты

$[Ca_3(PO_4)_2]_3 * Ca(F,Cl)_2$ апатит

$(Na,K)_2O * Al_2O_3 * 2SiO_2 + nSiO_2$ – нефелин

$[Ca_3(PO_4)_2]_3 * CaF_2$ фторапатит

$[Ca_3(PO_4)_2]_3 * Ca(OH)_2$ гидроксилапатит

$[Ca_3(PO_4)_2]_3 * CaCO_3$ карбонатапатит

2. Водорастворимые фосфорные удобрения:

- суперфосфат простой $Ca(H_2PO_4)_2 * H_2O + 2CaSO_4$(гипс) - 19–20% P_2O_5 (порошок белого или серого цвета, часто гранулированный, с запахом фосфорной кислоты).

$[Ca_3(PO_4)_2]_3*CaF_2+7H_2SO_4+3H_2O=3Ca(H_2PO_4)_2*H_2O+7CaSO_4$ (40%) + 2HF

- двойной суперфосфат $Ca(H_2PO_4)_2*H_2O$ - 37-54% P_2O_5 нет гипса.

I $[Ca_3(PO_4)_2]_3*CaF_2+10H_2SO_4=6H_3PO_4*H_2O+10CaSO_4$ (40%) + 2HF;

II $[Ca_3(PO_4)_2]_3*CaF_2+14H_3PO_4+10H_2O=10Ca(H_2PO_4)_2*H_2O+2HF$

3. Полурастворимые фосфорные удобрения:

- преципитат $CaHPO_4*2$ - 27-46% P_2O_5 (порошок белого или светло-серого цвета, не слеживается, доступен на кислых почвах).

I $[Ca_3(PO_4)_2]_3*CaF_2+10H_2SO_4=6H_3PO_4*H_2O+10CaSO_4$ (40%) + 2HF;

II $H_3PO_4+Ca(OH)_2=CaHPO_4)_2*2H_2O$

- томасшлак ($Ca_4P_2O_9$), или $Ca_3(PO_4)_2*CaO$, или $4CaO*P_2O_5$ - 14% P_2O_5 (тяжелый тонкий порошок, темно-серого, или черного цвета, сыпучий не слеживается).

$Ca_4P_2O_9*CaSiO_3$ – силикокарналит отход металлургической промышленности.

В почве: $Ca_3(PO_4)_2*CaO+ H_2O= Ca_3(PO_4)_2*H_2O+ Ca(OH)_2$

4. Нерастворимые фосфорные удобрения:

- фосфоритная мука – размельченные фосфориты, применяются на кислых почвах.

В почве: $Ca_3(PO_4)_2+2HNO_3=CaHPO_4+Ca(NO_3)_2$

$Ca_3(PO_4)_2+4HNO_3=Ca(H_2PO_4)_2+2Ca(NO_3)_2$

- костная мука $Ca_3(PO_4)_2$ + $Mg_3(PO_4)_2$, редко применяется как удобрение, чаще как подкормка животным

Применение фосфорных удобрений:

В качестве припосевного удобрения можно вносить только растворимые.

В качестве подкормки также растворимые.

В качестве основного удобрения можно вносить все удобрения.

Калий необходим растениям в любое время года в качестве физиологического раствора создающего внутреннюю среду организма. При недостатке калия снижается тургор в клетках.

Калий в почве:

1) аллюмосиликаты – полевые шпаты, слюды, гидрослюды и др.
2) водорастворимые калийные соли
3) обменный или поглощенный калий
4) органический калий
5) фиксированный калий

Калийные удобрения:

Сырье для получения калийных удобрений – калийные соли

$KCL*MgCl_2*6H_2O$ - карналлит

$mKCl+nNaCl$ - сильвинит

$K_2SO_4*2MgSO_4$ - лангбейнит

$K_2SO_4*MgSO_4*6H_2O$ - шенит

$K_2SO_4*MgSO_4*2CaSO_4*2H_2O$ - полигалит

$K_2SO_4*CaSO_4*2H_2O$ -калунит

1. Хлористый калий KCl до 60%K_2O

Мелкокристаллическое вещество белого или красноватого оттенка.

2. 40% калийная соль KCl + mKCl+nNaCl (сильвинит)

Механическая смесь очищенной соли с сильвинитом, рекомендован для сахарной свеклы.

3. Калимаг $K_2SO_4*2MgSO_4$ 16-19%K_2O

Из лангбейнита.

4. Калимагнезия $K_2SO_4*MgSO_4$ - 26-28%K_2O

Гранулированный или в виде порошка, не содержит хлора, получают из шенита.

5. Серно-кислый калий (сульфат калия) K_2SO_4 46%K_2O

Основное бесхлорное удобрение.

6. Древесная зола – калийно-фосфатно-известняковое удобрение K_2CO_3 - 7-13% K_2O

Применение калийных удобрений:

Калийные удобрения лучше вносить под зяблевую вспашку осенью и в качестве подкормок.

Комплексные удобрения.

1) смешанные – смесь простых;
2) сложные – в одной молекуле два три питательных элемента;
3) комбинированные - два три элемента в одной грануле;

Таблица 4

Смешанные удобрения

Соотношение N:P:K	Для каких почв и культур рекомендуется
1:1:1	Для многих культур с одинаковой потребностью в NPK
1:0,7:1,2	В качестве основного удобрения на серых лесных почвах под сахарную свеклу, картофель и зерновые
1:1:1,5	Картофель, кормовые корнеплоды, сахарная свекла на легких почвах
1:1,5:1,5	Основное удобрение для овощей и пропашных культур с азотной подкормкой летом
1:1,5:1	Локальное внесение под зерновые, сахарную свеклу, картофель на различных почвах
1:2:0	В южных районах с доступным калием
0:1:1	Для бобовых и растений растущих на торфяниках

2. Сложные удобрения

1. Аммофос $NH_4H_2PO_4$ дигидрофосфат аммония

$NH_3+H_3PO_4= NH_4H_2PO_4$ - 10,3-11%N; 47,8 –48,5%P_2O_5 (водорастворимый, белый, гранулированный порошок).

2. Диаммофос $(NH_4)_2HPO_4$ гидрофосфат аммония 18-20%N; 50%P_2O_5 (водорастворимый, белый, гранулированный порошок).

3. Калийная селитра (KNO_3) 13-14%N; 46%K_2O.

4. Фосфат аммония калия NH_4KHPO_4 - 5%N; 23%K_2O; 50%P_2O_5.

3. Комбинированные удобрения

1. Нитрофоски (NPK)

- сульфатная нитрофоска:

$Ca(H_2PO_4)_2*H_2O$, $CaHPO_4*2H_2O$,
NH_4NO_3, NH_4Cl, KCl, KNO_3,
$CaSO_4*2H_2O$, $NH_4H_2PO_4$.

- фосфорная нитрофоска:

NH_4NO_3, $CaHPO_4*2H_2O$,
$NH_4H_2PO_4$, NH_4Cl, KNO_3.

- карбонатная нитрофоска

$CaHPO_4*2H_2O$, NH_4NO_3, NH_4Cl,
KNO_3, $CaCO_3$.

2. Нитрофосы (NP)

3. Нитроаммофоски, диаммонитрофоски:

$H_3PO_4+NH_3+CO(NH_2)_2+KCl$

4. Фосфат мочевины:

$H_3PO_4 * CO(NH_2)_2$

ЛЕКЦИЯ 4. РАСТЕНИЕВОДСТВО

ПЛАН

1. Растениеводство. Полеводство
2. Зерновые культуры
3. Фенологические фазы развития хлебов
4. История происхождения культурных растений

Растениеводство. Полеводство

Растениеводство

Изучает:

- прогрессивные приемы возделывания полевых культур, обеспечивающие высокие и устойчивые урожаи при наименьших затратах труда и средств на единицу получаемой продукции и высоком её качестве;
- морфологические признаки культурных растений;
- разновидности, формы, сорта;
- биологические особенности;
- технологию возделывания.

История науки.

При активном участии М.В. Ломоносова при Российской Академии наук был учрежден «Класс земледельства».

А.Т. Болотов основоположник русской агрономии (ввел севообороты).

К.А. Тимирязев – физиолог, изучал явление фотосинтеза.

И.А. Стебут – агроном, положил начало сортовому районированию.

Д.Н. Прянишников – физиолог, агрохимик.

Н.И. Вавилов – учение о мировых центрах происхождения культурных растений, иммунитете растений.

Полеводство

Таблица 4

Классификация полевых культур

Производственная группа (по характеру использования)	Биологическая группа	Культуры
1. Зерновые	Типичные хлеба (первой группы)	Пшеница, рожь, ячмень, овес
	Просовидные хлеба (второй группы)	Просо, рис, кукуруза, сорго, гречиха
	Зерновые бобовые	Горох, чечевица, бобы, фасоль, нут, соя, люпин
2. Технические	Жирномасличные	Подсолнечник, горчица, рапс, арахис
	Эфиромасличные	Кориандр, тмин, мята, фенхель
	Прядильные или волокнистые	Конопля, лен, хлопок
3. Корнеплоды, клубнеплоды, бахчевые, кормовая капуста, другие кормовые растения	Корнеплоды	Свекла, морковь, брюква, турнепс
	Клубнеплоды	Картофель, топинамбур
	Бахчевые	Арбуз, дыня, тыква, кабачок
	Кормовая капуста	Капуста кормовая
	Другие кормовые растения	Борщевик Сосновского, окопник жесткий, левзея сафлоровидная, сильфия пронзеннолистная
4. Кормовые травы полевого травосеяния	Бобовые травы однолетние	Вика, клевер, сераделла
	Однолетние злаковые	Суданская трава, могар, чумиза, райграс

	травы Многолетние бобовые Многолетние злаковые	Клевер, люцерна, эспарцет Тимофеевка, овсяница луговая, житняк
5. Табак и махорка	-	Табак, махорка

Наиболее значимые из перечисленных культур являются зерновые хлеба. Они составляют одну группу, однако различны по своим морфологическим признакам, биологическим особенностям и приемам возделывания. И поэтому их делят на три категории:

Хлеба 1 группы: пшеница, рожь, ячмень, овес

- ✓ семейство Мятликовые (Злаковые)
- ✓ соцветие колос (у овса метелка)
- ✓ плод зерновка с продольной бороздой
- ✓ стебель соломина
- ✓ мочковатая корневая система
- ✓ зерно прорастает несколькими корешками
- ✓ растения длинного дня
- ✓ малотребовательны к теплу
- ✓ нуждаются во влаге

Хлеба 2 группы: - просовидные - кукуруза, рис, просо, сорго, чумиза

- ✓ семейство Мятликовые (Злаковые)
- ✓ соцветие метелка (у кукурузы женское – початок, мужское – метелка)
- ✓ стебель соломина с выполненной сердцевиной
- ✓ мочковатая корневая система
- ✓ зерно прорастает одним корешком
- ✓ плод зерновка без бороздки
- ✓ только яровые формы
- ✓ требовательны к теплу и свету
- ✓ засухоустойчивые (кроме риса)
- ✓ растения короткого дня

Хлеба 3 группы: - зерновые бобовые - горох, соя, фасоль, чечевица, нут, чина, кормовые бобы.

- ✓ семейство Бобовые
- ✓ соцветие кисть
- ✓ стебель полегающий или прямостоячий
- ✓ листья тройчатые, пальчатые или перистые
- ✓ плод боб
- ✓ корневая система стержневая

Зерновые культуры

Положительные особенности зерновых хлебов:

- питательная ценность и усвояемость зерна
- зерно удобно для хранения и перевозок
- затраты при выращивании меньше чем на другие культуры
- имеют широкую экологическую амплитуду и пластичность
- высокий коэффициент размножения (отношение посеянных семян к убранным)

Самый древний хлеб был обнаружен в гробнице фараона Рамзеса III 4 тыс. лет до н.э. Первоначально люди ели пресный хлеб, лепешки. Дрожжевой хлеб начали выпекать в Египте. Геродот, попав в Египет, очень удивился: «Все люди боятся, чтобы пища не загнила, а египтяне замешивают тесто так, чтобы оно подверглось гниению». Сегодня уже 70% человечества ест дрожжевой хлеб.

В зернах пшеницы 74% углеводов, 12% белков (клейковина) (средняя мука).

В сильной муке содержание клейковины может достигать 28%.

Особенности строения хлебных злаков:

- развитая мочковатая корневая система (число зародышевых корешков у озимой пшеницы – 3, яровой – 5, овса -3-4, ячменя – 5-8, проса, кукурузы, риса – 1)

- стебель соломина из 5-7 междоузлий (кукуруза, твердая пшеница – стебель заполнен губчатой паренхимой), рост вставочный

наружный слой – эпидерма – из живых плотно сомкнутых клеток, покрыт жировой кутикулой, за счет чего не смачивается.

внутренний слой паренхимный с сосудистыми пучками

прочность стебля 15-20 кг на 1мм

толщина /длине =1/300-400 (гипотетическая труба основанием 1м и высотой 300-400м, несущий на вершине колос тяжелее самого стебля.

- соцветие колос (пшеница, рожь, ячмень), метелка (овес, просо, рис, мужское соцветие кукурузы), початок (кукуруза).

сложный колос: колосковый стержень, колоски на уступах стержня. У пшеницы, ржи 1 колос, двух или многоцветковый. У ячменя 3 колоса один цветок.

две колосковые чешуи

две цветковые чешуи в основании 2 пленки лодикулы

пестик с двух лопастным рыльцем

3 тычинки (у риса 6)

пыльник двухгнездный

- плод – зерновка или зерно (семенная оболочка – стенка завязи). У пленчатых хлебов (овес, просо, рис, сорго, ячмень, полба) зерно покрыто цветковыми чешуями.

Фенологические фазы развития хлебов

К фенологическим фазам развития хлебов относят: всход, кущение, выход в трубку, колошение, цветение, созревание: молочное, восковое, полное.

Таблица 5

Характеристика этапов онтогенеза по Ф.М. Куперман и О.Г. Семенову)

Фазы	Этапы	Элементы продуктивности	Основные трудности
Набухание, прорастание семян, всходы	1. Дифференциация и рост зародышевых органов*, выход наружу первого настоящего листа	Полевая всхожесть, густота стояния растений	Недостаток влаги, понижение температуры, слабый доступ воздуха
Третий лист, кущение	2. Дифференциация основания конуса на зачаточные узлы, междоузлия, и стеблевые листья 3. Дифференциация главной оси зачаточного соцветия и брактей	Габитус растения (высота, число листьев), коэффициент кущения, зимостойкость Число члеников колоскового стержня	Повреждение узла кущения**, недостаток влажности и температуры в почве
Выход в трубку	4. Образование конуса нарастания второго порядка (колосковых бугорков) 5. Закладка покровных органов, цветка, тычинок и пестиков 6. Формирование соцветий и цветка (микромакроспорогенез) 7. Гаметофитогенез, рост покровных органов, удлинение члеников колоскового стержня	Число цветков в колосках, фертильность цветков, плотность колоса, жаростойкость	Достаточное обеспечение влагой и элементами питания
Колошение	8. Гаметогенез,		

	завершение процессов формирования всех органов соцветия и цветка		
Цветение	9. Оплодотворение и образование зиготы 10. Рост и формирование зерновки	Озерненность колоса, величина зерновки	Неблагоприятные условия для опыления: дождливая, холодная или жаркая погода, сильные ветры вызывают череззерницу
Налив семени, молочная спелость	11. Накопление питательных веществ в зерновке (семени)	Масса зерновки, устойчивость к суховеям	Суховеи
Созревание, восковая и полная спелость	12. Превращение питательных веществ в запасные питательные вещества в зерновке (семени)		

* Колеоптиль – это видоизмененный первичный влагалищный лсит растения, защищающий молодой побег от повреждений.

** Узел кущения – верхний узел главного стебля (расположенный на глубине 1-3 см от поверхности почвы), от которого отходят узловые корни и боковые побеги.

Яровые высевают весной при температуре 5-7^{0}С.

Озимые хлеба сеют в конце лета – начале осени. Зимуют в фазе всходов или кущения. Озимые культуры составляют 30% валового сбора зерна

Положительные особенности озимых хлебов:

- хорошие предшественники для яровых зерновых и других культур
- меньше зарастают сорняками (быстрее растут и меньше кустятся)
- лучше используют весенние запасы влаги, легче переносят засуху
- страховые культуры
- уменьшают напряженность весенних полевых работ и во время жатвы.

Зимостойкость – способность растений переносить неблагоприятные условия зимнего и ранневесеннего периодов.

Морозостойкость – способность противостоять длительному воздействию низких температур в зимний период (Например, озимая рожь выдерживает температуру до -24 ^{0}С на глубине узла кущения, озимая пшеница – до -15-16 ^{0}С).

Холодостойкость – способность растений противостоять воздействию низких положительных температур.

Закалка – способность противостоять неблагоприятным условиям перезимовки и развиваться с осени (за счет накопления сахаров, сухих веществ, обезвоживания тканей).

Причины гибели озимых:

Вымерзание (следствие действия низких температур)

Выпревание (под толстым слоем снега происходит истощение и гибель растений)

Вымокание (в следствие скопления воды длительное время, растения гибнут от недостатка кислорода)

Выпирание (обнажение узла кущения, который повреждается морозами)

Ледяная корка (растения подвергаются механическим повреждениям, прекращается доступ кислорода к ним, нарушается газообмен – это приводит к изреживанию или гибели растений)

Снежная плесень, склеротиния – грибковые болезни (поражают ослабленные в результате выпревания и вымокания растения озимых).

История происхождения культурных растений:

Пшеница

Николай Иванович Вавилов (коллекция пшениц в ВИРе)

Число видов пшениц около 20-27, наиболее древние из них дикие однозернянки

дикие однозернянки:	Юго-Западная Азия, Крым, Балканы, Средиземноморье
T. boeoticum - п. беотийская	
T. urartu - п. урарту	
T. monococcum - п. однозернянка	зерно пленчатое, культивировалось в Иране, Турции в 65-54 в до н.э.

полбы двузернянки пленчатые	твердые пшеницы
дикие: T. dicoccoides - п.двузернянковидная	T. durum - п. твердая T. turgidum - п. тучная
T. araraticum - п. араратская	
культурные: T. dicoccon п. двузернянка	

T. spelta - п. спельта
T. macha - п. маха
T. aestivum - п. мягкая или летняя, голозерная
(более 400 разновидностей)

Первыми растениями, которые стали сеять люди, были *пшеница* и *ячмень***.** Окультуренные растения настолько изменились по сравнению с дикорастущими, что выведенные сорта уже не могли произрастать без вмешательства человека.

Селекция происходила не осознанно, а в результате приспосабливания и стихийного отбора, который проводили собиратели эпохи неолита.

Решающий шаг в обработке земли в прямом смысле был сделан тогда, когда люди стали хранить и регулярно высевать собранные зерна.

Первым растением, которое начали культивировать в Китае к началу IV тыс до н.э., было *просо*. Родиной его дикорастущего предка были безлесные районы в среднем течении Хуанхэ, где распространены лессовые почвы.

Уже в начале III тыс. до н.э. в деревнях Северного Китая повсеместно выращивали *просо*. Эти поселения были довольно большими (в них иногда жили до 600 человек).

Рис - важнейшую сельскохозяйственную культуру Китая выращивают с конца III тыс. до н.э. Его дикая разновидность росла в субтропических районах Южного Китая. Доместикация же риса, вероятно, произошла в Южной Индии или Юго-Восточной Азии.

В Центральной Америке важнейшим компонентом пищи была *кукуруза*. Первые находки, связанные с этим растением, относятся к 5200-3400 гг. до н.э. И еще раньше выращивали *тыкву* и *бобы***.** Подтверждения, существования земледелия в эпоху неолита в Америке были найдены в пещерах Мексиканского залива южнее Рио-Гранде (около VII тыс. до н.э.).

Во всех частях Старого света стали культивировать *пшеницу, ячмень, овес, чечевицу, горох*; в Америке возделывали *тыкву***,** *авокадо***,** *фасоль (бобы)* и *кукурузу;* в Восточной Азии - *миндаль***,** *бобы, огурцы, горох, пшеницу* и *просо***,** которое вплоть до II тыс. до н.э. было в Китае важнее *риса*.

Благодаря тому, что пищи было достаточно, охотники меньше рисковали и гибли, и больше не убивали своих новорожденных (что неизбежно для кочующих охотников). В результате существенно возросла численность населения. Часто людей на определенной территории становилось так много, что они не могли прокормиться, поэтому отдельные группы отправлялись на поиски новых мест.

ЛЕКЦИЯ 5. ХЛЕБНЫЕ И КРУПЯНЫЕ КУЛЬТУРЫ

ПЛАН

1. Хлебные злаки
2. Пшеница мягкая, или обыкновенная
3. Рожь посевная, или культурная
4. Ячмень обыкновенный, или посевной
5. Овес посевной
6. Кукуруза, или маис
7. Рис посевной
8. Просо обыкновенное
9. Гречиха посевная, или съедобная

Хлебные злаки

Хлеб – один из основных пищевых продуктов многих стран, включая Россию. Лишь немногие северные народности могут длительное время обходиться без хлеба, питаясь мясом и рыбой. В России в среднем на одного жителя приходится по 0,5 кг этого продукта в день. Хлеб хорошо усваивается организмом и дает много калорий: 100 г выделяют 300-350 килокалорий. Больше половины массы хлеба составляет крахмал, 5-8% - белков и АК, минеральные соли, витамины группы В.

Хлебные злаки занимают в мире 702 миллиона гектаров. Ежегодно мировое производство зерна составляет 1,6 – 1,9 миллиарда тонн. Злаки – это крупное семейство из класса однодольных, насчитывает 900 родов и около 11 000 видов, распространен повсеместно. Морфология: Почти все злаки – травянистые растения с мочковатой корневой системой разной продолжительности жизни: однолетники, двулетники, многолетники. Стебель цилиндрический, полый внутри, с несколько вздутыми узлами – соломина. У кукурузы, сорго – заполнен рыхлой сердцевиной. Листья длинные, линейной, реже ланцетной формы, с параллельным жилкованием, на стеблях располагаются двумя рядами, сидячие. К узлу стебля каждый лист прикреплен влагалищем, оно в виде трубки плотно охватывает стебель и закрывает его. Верхняя часть листа – пластинка – отходит от влагалища горизонтально или под углом. На участке перехода влагалища в пластинку обычно выражен пленчатый вырост – язычок. Цветки мелкие, состоят из двух жестких цветковых чешуй, между которыми размещены 3 тычинки с крупными пыльниками и пестик с двумя (реже одним или тремя) перистыми или нитевидными рыльцами. У многих цветковые чешуи заканчиваются остями. Опыление ветром. В каждом колоске от 2 до 30 цветков, у некоторых колоски одноцветковые. Снизу каждый колосок прикрывают две колосковые чешуи. Отдельные колоски собраны на верхушках стеблей в общее крупное соцветие: колос, метелку, кисть, султан, головку. Плод односемянная зерновка

Пшеница мягкая, или обыкновенная – *Triticum aestivum* (*T. sativum* Lam., *T. vulgare* Vill.)

Археологические данные свидетельствуют, что уже 6-8 тысяч лет назад пшеницу возделывали в странах Ближнего и Среднего Востока, в частности на территории современных Турции, Сирии, Ирака, Ирана, Туркмении, чуть позже - в Древнем Египте. Для Западной Европы появление культуры пшеницы датируют периодом с VI до II тысячелетия до нашей эры. Установлено, что наибольшим разнообразием дикорастущих и культивируемых пшениц отличаются Закавказье, Ирак, Афганистан. Несомненно, эти районы были родиной многих сортов культурной пшеницы. В Южную Америку ее завезли в 1528 г., на территорию США - в 1602 г. В Австралии ее возделывают с 1788 г., в Канаде - с 1802 г. Несмотря на относительно позднее появление этой культуры в Америке, пшеница быстро получила там широчайшее распространение.

Сейчас этот хлебный злак культивируют повсеместно, во всех земледельческих районах мира. Примерно 30% мирового производства зерна приходится именно на пшеницу. Выведено около 4 тысяч сортов этой культуры. Самые северные производственные посевы пшеницы доходят в Швеции до 66° северной широты. На юге ареал пшеницы совпадает с южными границами Австралии, Африки, Южной Америки. Но по биологической природе пшеница - степное растение. Основные площади ее посевов расположены и дают значительные урожаи в европейских, западносибирских и австралийских степях и лесостепях, североамериканских прериях, аргентинской пампе.

Общая площадь посевов пшеницы во всех странах мира составляет третью часть площади, занятой всеми зерновыми культурами, и примерно пятую часть всей обрабатываемой человеком земли. Ни одна другая культура не занимает такой площади. Самые крупные посевные площади пшеницы в России, Китае, США, на Украине, в Индии, Канаде, Аргентине, Турции, Австралии, Италии, Испании, Франции.

Одним из древнейших видов культурных пшениц является полба (эммер или двузернянка). В древние времена из её целых зерновок (освобожденных от чешуи) варили своеобразную кашу - кутью. Сейчас сорта пшеницы мягкой и твердой повсеместно вытеснили полбу, но в ряде мест Индии, Эфиопии, Йемена, Ирана, Турции, Марокко и некоторых других стран она еще культивируется на значительной площади. Большое преимущество полбы перед другими пшеницами - высокая засухоустойчивость и способность противостоять грибковым заболеваниям; отрицательное качество - низкая урожайность.

В небольшом масштабе выращивают и другие виды пшениц: шарозерную, или крупнозерную *(Triticwn sphaerococcwn* Pers.) - в Индии и Пакистане; плотноколосную, или карликовую *(Tnticum compactum* Host) - в Афганистане, Сирии, Армении; туранскую *(Triticum turani-cwn* Jacubz.) - в

Сирии, Турции, Китае и т. д. В России, наряду с пшеницей мягкой и твердой, на Северном Кавказе и в Нижнем Поволжье на небольших площадях возделывают сорта пшеницы тургидной, или тучной *(Triticum turgldum* L.).

В результате скрещивания культурной пшеницы и дикорастущего пырея создана серия пшенично-пырейных гибридов. Наиболее перспективны многолетние гибриды как высокопродуктивные кормовые растения. Их используют несколько лет подряд, скашивая, молодые, не огрубевшие побеги на зеленый корм или на сено.

Разновидность – группа особей внутри вида отличающаяся некоторыми общими морфологическими, физиологическими и экологическими признаками, не имеющими определенного таксономического значения.

Сорт (в пер. с франц. - разряд, категория) – созданная в результате селекции (значительная по числу) совокупность растений одного вида, устойчиво обладающих в конкретных условиях возделывания определенными морфофизиологическими и хозяйственными признаками. При исчезновении благоприятных условий сорт вырождается.

Морфология: высота от 45 до 200см. Полиморфна по размерам, внешнему виду, окраске, остистости, цвету зерновок, колоса и т.д. У всех колосья двухрядные, колоски сидячие 3-5 цветковые (верхний цветок не развит). Зерновки овальные, с продольной бороздой, в поперечнике округлые.

Озимая пшеница

Районы возделывания: районы с мягкой зимой, Центрально-черноземные области, Нечерноземье, Краснодарский, Ставропольский край (в Башкирии не растет).

Биологические особенности: начинают прорастать при температуре 1-2^{0}С, всходы появляются на 7-9 сутки при температуре 12-15^{0}С. Осенью интенсивно кустится, дает 4-5 побегов, корни проникают на глубину 1,5м, нужен азот. При температуре ниже –16-18^{0}С без снега гибнет. Срок вегетации 240-320 суток. Предшественники черные или занятые пары. Предпочитает кислые и нейтральные почвы с pH 6-7,5.

Обработка почвы: глубокая зяблевая вспашка на глубину 20см. Пар перепахивают и культивируют на глубину 4-5см. Весной боронование. В весенне-летнее время возможна культивация от сорняков на глубину 5см. Это растение культурного земледелия. Дает высокие устойчивые урожаи только при хорошей агротехнике.

Яровая пшеница

Районы возделывания: почти повсеместно. Основные районы Поволжье, Западная и Восточная Сибирь.

Биологические особенности: возделываются и твердые и мягкие виды. Отличается медленным первоначальным ростом и слабым

кущением, слабой корневой системой, поэтому сильнее угнетается сорняками, хуже усваивает минеральные элементы питания. Предпочитает слабокислые и нейтральные почвы. Прорастает при температуре 1-2^{0}С. Всходы появляются при 5-7 ^{0}С. Переносит заморозки до –10^{0}С. Срок вегетации 75-115 суток. Лучшие предшественники черные и сидеральные пары. Глубина посева 3-5смм, 20г/м^2, узкорядным и перекрестным способом. Навоз, торф и др. органические удобрения, фосфорные и калийные удобрения вносятся под основную обработку почвы, азотные под культивацию.

Сорта мягкой пшеницы районированные в Башкирии: Лютесценс 9, Башкирская 24, Саратовская 55,36, Симбирка, Омская 20, Московская 35, Жница, Казахстанская 10.

Сорта твердой пшеницы: Харьковская 46,23, Безенчукская 139.

Рожь посевная, или культурная – *Secale cereale* L.

На Востоке (Иран, Афганистан) её именуют как «терзающая пшеницу». По происхождению сорняк. Известна в культуре с конца бронзового века. Введена в культуру благодаря естественному отбору. При продвижении на север и в высокогорные районы пшеница погибала и замещалась холодостойкой рожью сорно-полевой (*S. segetale*). Путем бессознательного отбора в Закавказье и Передней Азии из ломкоколосой сорно-полевой ржи получилась рожь посевная (*S. sereale*) с не распадающимися колосьями. Следовательно, рожь как культурное растение гораздо моложе, чем пшеница и некоторые другие хлебные злаки. Тем не менее, достоверно известно, что ее возделывали уже до новой эры, в частности в бассейнах Днепра и Оки на территории современной России и Украины, а также там, где сейчас расположены Венгрия, Дания, Швейцария. О ржи есть упоминания в трудах Плиния Старшего, жившего в Древнем Риме в I веке нашей эры. В горных районах Средиземноморья и Западной Азии, на Кавказе встречается многолетний вид *S. montanum* – рожь горная. На сегодня это ведущая продовольственная и кормовая культура. Установлено, что славянские племена на юге нашей страны сеяли рожь в III—IV веках нашего летоисчисления. В летописи Нестора, датируемой XI веком, содержатся сведения о культуре ржи на Руси. Вместе с русскими переселенцами в XVII столетии рожь попала в Сибирь и стала здесь на долгие годы основным хлебным злаком.

Сейчас рожь возделывают во многих странах. По посевной площади в мировом земледелии она значительно уступает пшенице. В 1980-е годы на эту культуру приходилось примерно 4% мирового производства зерна. Самую большую площадь ее посевы занимают в России и Белоруссии. Ее культивируют также в Польше, Германии, Франции, США и некоторых других странах.

Морфология: стебель высотой 60-250см, покрытый восковым налетом. Колосья двухрядные, плотные, длиной 5-10см и более, светло или серо-желтые, колоски 3-5- цветковые (верхний цветок не развит), нижняя цветковая чешуя с остью длиной до 9см. Зерновка с глубокой бороздой, морщинистая, от желтой до коричневой окраски.

Яровая рожь имеет ограниченное распространение в Сибири и на Забайкалье, где вымерзает озимая рожь.

Озимая рожь

Районы возделывания: очень обширные от полярного круга 69^0с.ш., в Сибири до 64^0с.ш., до 45^0с.ш. на юге.

Биологические особенности: по урожайности уступает озимой пшенице.

Таблица 6

Биологические особенности озимой ржи

прорастает	$1\text{-}2^0$C
всходы	$6\text{-}12^0$C
кустится	$10\text{-}12^0$C
цветет	$14\text{-}16^0$C

Созревает на 8-10 суток раньше озимой пшеницы

Вегетационный период 350 суток в северных районах, 400 в центральных и 270 в южных.

Лучшие предшественники, занятые пары (горох, вика-овсяная смесь, картофель). После нее хорошо сеять кукурузу, картофель, сахарную свеклу, кормовые корнеплоды. Основное удобрение навоз, припосевное внесение суперфосфата, весенняя подкормка азотом и калием. Сроки посева с 5августа по 25 августа. Посев рядовой на глубину 4-5см. Засухоустойчива.

Сорта, районированные на территории Башкирии: Чулпан, Безенчукская 87.

В промышленных масштабах кроме перечисленных выше видов выращивается гибрид пшеницы и ржи – *тритикале (Triticale)*.

Высокоурожайная озимая культура. В зерне содержится много белка и АК (лизин, триптофан). Его рассматривают как фуражную зерновую культуру, с хорошей зеленой массой. Сорта, районированные в Башкирии: Башкирская 1, Тальва 100.

Ячмень обыкновенный или, посевной - *Hordeum vulgare* (*H. sativum* Pers.)

Предковая форма Ячмень дикий *(H. spontaneum)* с распадающимися колосками, культивировался в Средиземноморье, Западной Азии с 12-10 тысячелетия до н.э. Археологические раскопки показывают, что ячмень вместе с пшеницей был известен людям уже в каменном веке. Предполагаемая родина ячменя двухрядного - Передняя Азия, а в качестве

родителя называют ячмень дикий - *Hordeum spontaneum* C.Koch. Родина ячменя шестирядного - Восточная Азия. Считают, что он "моложе" двухрядного, по крайней мере, на 2 тысячи лет и произошел от него как случайное скачкообразное изменение, т.е. в результате спонтанной мутации. Самую раннюю культуру ячменя датируют XII-X тысячелетием до новой эры. Достоверно известно, что в Древнем Двуречье ячмень культивировали 7-8 тысяч лет назад. В IV-V тысячелетиях до новой эры его выращивали в Египте, Ассирии, Вавилоне, Китае, а также в Средней Азии и Закавказье.

Сейчас посевные площади под ячменем в мире занимают четвертое место среди хлебных злаков (после пшеницы, риса и кукурузы), в 1989 г. они составили 76 миллионов гектаров (почти 80% из них - в Евразии). Больше всего его высевают в нашей стране, а также в Белоруссии, Литве, Китае, Канаде, США, ряде стран Западной Европы. Ежегодное мировое производство зерна ячменя - от 152 до 183 миллионов тонн. В России посевы ярового ячменя можно встретить в любом земледельческом районе, а озимый ячмень высевают в основном на Северном Кавказе.

Сегодня возделывается более 200 разновидностей. Зерно используется в пищевых целях в виде перловой, ячневой крупы, ячневой муки. Пивоваренная промышленность изготавливает пиво, спирт, шотландский виски, английский джин. Ячневая мука - суррогат кофе в кофейных напитках. Корм для скота.

Морфология: высота растений от 30 до 90см. Колосья продолговатые остистые. Зерно пленчатое, у многорядного шестигранный колос, на уступе стержня по три колоска с одним цветком, у двухрядного, плоский колос, на уступе стержня по три колоска, два редуцированных, поэтому одна зерновка.

Районы возделывания: вплоть до Заполярья и высоко в горах (4500-5000м над уровнем моря).

Подвиды:

H. vulgare var. vulgare – многорядный

H. vulgare var. distichon - двухрядный

Биологические особенности: имеет самый короткий вегетационный период 60-120 суток, у озимой формы (обычно многорядный) на 12-16 суток короче. Холодостойкий, засухоустойчивый, не требовательный к почве.

Предшественники: чистый пар, кукуруза, подсолнечник, зерновые бобовые, сахарная свекла.

Овес посевной - *Avena sativa* L.

Выведен спонтанно из сорняка засорявшего посевы пшеницы и ржи. Овес - очень древняя культура. В диком виде он не встречается. По мере продвижения культуры пшеницы на север и в горы она нередко стала

погибать из-за все более ухудшающихся условий. Засорявший ее посевы сорный овес, наоборот, оказался более выносливым и развивался хорошо. Земледельцы стали в таких суровых условиях отбирать формы овса с достаточно крупными зернами и сеять их вместо пшеницы. Так постепенно и был выведен культурный овес. Считают, что его культивируют со II тысячелетия до новой эры. Например, в Европе посевы овса проводили уже за 17 веков до новой эры. Первые сведения о выращивании овса на территории России относятся к VII веку нашей эры.

В настоящее время овес занимает седьмое место в мире по площади посевов среди зерновых культур. Его возделывают в основном в умеренном поясе Северного полушария: в России, Белоруссии, Прибалтике, Польше, Канаде, США, на севере Китая. В России овес выращивают в нечерноземной и черноземной полосах Европейской части, а также в Сибири. Сегодня важная зернофуражная культура в умеренных широтах. У него около 70 диких сородичей, самые известные *A. fizantina* (овес византийский) и *A. fatua* (овсюг). Из зерна получают диетические продукты: овсяную крупу, хлопья, толокно. Содержит хорошо усвояемые жиры, белки и крахмал.

Морфология: высота растений от 50 до 170 см. Листья шероховатые, зеленоватые или сизоватые (если покрыты восковым налетом). Соцветие – метелка. Зерновку плотно охватывают цветковые чешуи, но не срастаются с ней.

Биологические особенности: прорастает при температуре 1-2^{0}С. Всходы появляются и начинают куститься при 15-18^{0}С. Переносит заморозки –7-8^{0}С. Развитая корневая система проникает на глубину 120см и в ширину разрастается до 80см. Хорошо выносит летнюю засуху. Период вегетации 120-100 суток отзывчив на удобрения.

Сорта, районированные в Башкирии: Скакун, Друг, Улов, Астор.

Кукуруза, или маис - *Zea mays* L.

Родина кукурузы - территория современной Мексики, где ее возделывали местные племена: майя 5200 лет назад до н.э. В диком виде не встречается. В Европу семена привезли первые экспедиции Колумба. В начале XVI века кукурузу начали выращивать в Испании, к середине столетия по всей Европе, потом в Турции. В XVI-XVII веках кукурузу европейцы завезли во многие африканские и азиатские колонии. В России ее начали сеять довольно поздно по сравнению с остальной Европой. Известно, что в 1847 г. был издан царский указ, поощрявший разведение кукурузы. По этому указу семена новой культуры раздавали бесплатно. Однако прижилась она в России первоначально только на Кубани.

В середине нашего столетия в России и других республиках бывшего Советского Союза кукурузу стали внедрять повсеместно. Однако это не оправдало себя, так как не везде природные условия подходили для нее.

Позже перестали стремиться повсюду, получать кукурузное зерно, но резко расширили площади посевов этого растения для силоса.

Это растение довольно требовательно к теплу и с растянутым периодом вегетации. Для получения спелого зерна проходит от посева до уборки урожая от 3 до 5 месяцев, поэтому в нашей стране кукурузу на зерно выращивают только в южных районах, в основном в Краснодарском и Ставропольском краях, а также в северокавказских республиках. Наибольший урожай дают не "чистые" сорта, а гибриды. Как кормовую культуру кукурузу выращивают повсеместно, в том числе в нечерноземной полосе Европейской России и в Сибири. На корм идет вся надземная масса - облиственные стебли с соцветиями. Ее скашивают и силосуют в зеленом виде, когда растение еще не образовало зрелых семян, а только цветет. Хорошо, если ко времени скашивания в початках разовьются зерновки. Они хотя и не зрелые, достигают лишь фазы молочно-восковой спелости, но обогащают кормовую массу белком и крахмалом.

По посевным площадям кукуруза занимает третье место в мировом земледелии после пшеницы и риса. Это важнейшая продовольственная, техническая и кормовая культура, отличающаяся высокой урожайностью. С одного гектара посевов кукурузы при хорошей агротехнике получают 100 и более центнеров зерна. При использовании кукурузы в качестве кормового растения с одного гектара получают до 500 центнеров зеленой массы.

Кукурузное зерно содержит до 70% углеводов, от 7 до 20% белка, 4-8% жирного масла, до 2% минеральных солей, витамины. Наиболее ценный белок с незаменимыми аминокислотами лизином и триптофаном накапливается в зародыше зерновки. В зародыше в основном сосредоточены витамины, а также жир. Кукурузное зерно перерабатывают на муку, различные крупы, хлопья, палочки, крахмал, декстрин, патоку, глюкозу, сироп, спирт, пиво, детскую присыпку и другие продукты. Из нее получают масло, витамин Е, глютаминовую кислоту.

Сахарные сорта кукурузы выращивают как овощную культуру. Их недозревшие початки едят в свежем виде и консервируют. Из стеблей, листьев и обмолоченных початков вырабатывают бумагу, линолеум, пластмассу, кинопленку, изоляционные материалы, искусственную пробку, активированный уголь. Из зародышей зерновок отгоняют пищевое масло хорошего вкуса, обладающее целебными свойствами - оно предотвращает развитие атеросклероза. Крахмал, получаемый из зерновок, служит наполнителем при производстве лекарственных таблеток и драже. Длинные столбики с рыльцами женских цветков кукурузы содержат ситостирол, жирное и эфирное масла, флавоноиды, сапонины, витамины С и К, соли железа, марганца, меди, хрома, алюминия и другие соединения. Их применяют как эффективные желчегонные и мочегонные средства при воспалительных заболеваниях печени, желчного и мочевого пузырей,

почечнокаменной болезни, а также при отеках вследствие сердечных заболеваний. Кукурузные рыльца повышают свертываемость крови, поэтому могут использоваться и как кровоостанавливающее средство при внутренних кровотечениях.

Морфологическая характеристика: кукуруза – высота растения достигает 3 м, корневая система хорошо развита. На нижних узлах стебля образуются воздушные опорные корни. Стебель прямостоячий, толстый, диаметром до 7 см, не имеющий полости внутри. Листья крупные, линейно-ланцетные, длиной до 1 м, с охватывающим стебель влагалищем. Цветки однополые, собраны в раздельнополые соцветия, расположенные на одной и той же особи: мужские цветки образуют крупные метелки на верхушках побегов, а женские - собраны в початки, которые плотно окружены листообразными обвертками и располагаются в пазухах листьев. Наружу на верхушке такой обвертки выходит только пучок длинных пестичных столбиков с рыльцами. На них попадает пыльца из мужских цветков, которую переносит ветер, происходит оплодотворение, и на початке развиваются крупные плоды - зерновки.

Зерновки кубической или округлой формы, располагаются на стержне початка вертикальными рядами, плотно прижатыми друг к другу. В каждом початке бывает от 500 до 1000 зерновок. По форме, величине, окраске зерновок и составу содержащихся в них углеводов выделяют несколько разновидностей кукурузы: кремнистую, зубовидную, восковидную, крахмалистую, сахарную, лопающуюся и др.

Биологические особенности: кукуруза - культурное растение, не способное к самосеву и одичанию, оно вообще не может жить без помощи человека. Только люди обеспечивают попадание семян кукурузы в почву, так как они самостоятельно не осыпаются с початков, а початки не обламываются (стебли прочные).

Кукуруза - теплолюбивое растение. Ее семена начинают прорастать при температуре 10°С, всходы переносят кратковременные заморозки до -3°С, а осенью взрослые растения сразу гибнут при первых же заморозках. Светолюбивая и достаточно засухоустойчивая культура. Вегетационный период длится от 90 до 150 и больше суток.

Урожайность зерна в России не высокая, 20-30 ц/га, в лучших хозяйствах получают до 60 ц/га. Зеленой массы производят в среднем 170-180 ц/га.

Рис посевной - *Oryza sativa* L.

Рис - одно из древнейших культурных растений, имеющее возраст более 7 тысяч лет. Предполагают, что зародилась культура в Юго-Восточной Азии. Древнейшие очаги рисосеяния располагались на территории современной Индии и Китая: в Китае самые древние посевы риса датируют III, а в Индии - II тысячелетием до новой эры.

Родоначальником считают рис дикий - *Oryiza fatua* L., встречающийся дикорастущим и поныне. В Средней Азии рис культивируют уже 2,5 тысячи лет.

В Египет и Испанию рис завезли завоеватели-арабы в VII-VIII веках. С XV века он становится известным в Италии, Франции и других европейских странах. Первые плантации риса в Центральной и Южной Америке появились в середине XVII столетия.

В настоящее время особенно велики посевы риса в Индии, Китае, Бангладеш, Пакистане, Индонезии, Таиланде, Вьетнаме, Бирме. Значение риса для этих стран чрезвычайно велико. Довольно много риса выращивают в Южной Америке (Бразилии, Колумбии и т.д.).

В России природные условия для выращивания риса имеют только самые южные районы: на Кубани, в некоторых районах Нижнего Поволжья и в Приморском крае.

Продукты из риса очень калорийные содержат до 360 ккал, 70-80% углеводов, 12% белков, 4% жиров, витамины и АК. Основные продукты: рисовая крупа, крахмал, пиво, водка, бумага, масло, наполнитель лекарственных форм, косметические продукты, детская присыпка. Много рисового крахмала потребляется текстильным производством при выделке и окраске тканей.

Морфология: рис посевной имеет поверхностную корневую систему. Корни не проникают глубже 25 см, они сильно ветвятся, но несут сравнительно мало корневых волосков. В корнях, стеблях и листьях развита воздухоносная ткань (аэренхима). Растения хорошо кустятся, каждая особь развивает в среднем 3-5 цветоносных побега. На нижних узлах стебля, находящихся под водой, нередко вырастают корни, остающиеся в воде и принимающие участие в питании растений. Листья линейно-ланцетные, длиной до 50 см, с хорошо заметными жилками. Соцветие - метелка длиной 20-30 см, с одноцветковыми колосками, развивающее от 80 до 200 цветков. Самоопыляющееся растение. По форме зерновок рис делят на две группы: формы с длинными тонкими зернами (отношение длины к диаметру - (3-3,5:1) и формы с короткими толстыми зернами (1,4-2,9:1). При обмолоте зерновки выпадают вместе с окружающими их цветковыми и колосковыми чешуями. Они составляют 17-22% массы плода. Для получения пищевого риса зерновки освобождают от этих чешуи. Подвиды: индийский (длинный тонкий), китайско-японский (короткий, широкий), японский.

Биологические особенности: рис очень требователен к теплу и влаге. Семена начинают прорастать при 12°С, хорошие всходы появляются при 14-15°С. Оптимальная температура для роста и развития растений 25-30°С. Минусовые температуры губительны для риса. У риса довольно длинный вегетационный период. Лишь самые скороспелые и наименее урожайные

сорта поспевают через 3 месяца после посева. Большинство же сортов требуют для полного развития 4,5-5,5 месяца.

Рис - высокоурожайная культура. В учебно-опытном хозяйстве Кубанского сельскохозяйственного института собирали по 78,1 ц/га.

В Гвинее и других странах Западной Африки в бассейне реки Нигер выращивают рис голый - *Oryza glaberrima* Steud. В отличие от риса посевного его зерновки обычно красно-коричневого цвета.

Просо обыкновенное - *Panicum miliaceum* L.

Просо в диком виде не встречается. Родина его - Китай, там просо выращивают уже более 5 тысяч лет. Оттуда оно расселилось в другие страны Евразии. На территорию нашей страны, равно как и в другие страны Европы, как полагают, его завезли азиатские кочевые народы. Археологические раскопки свидетельствуют, что и народы, жившие на территории нашей страны, разводили просо в глубокой древности. В частности, при раскопках в Приднепровье найдены остатки этого злака, датированные III тысячелетием до новой эры. Возможно, позже на Руси эту культуру забыли. Возродилась снова она в начале новой эры. В раскопках под Минском обнаружены зерна проса, относящиеся к VI-VII векам. Упоминается просо и в русских летописях XI века.

В настоящее время просо выращивают на сравнительно небольшой площади - его посевы в мире занимают примерно 43 миллиона гектаров. Более половины посевов (23,4 млн. га) располагаются в Азии, чуть меньше - в Африке (16,4 млн. га). Больше всего просо культивируют в Китае, Индии, России, Казахстане, на Украине. В нашей стране наиболее обширны посевы проса в Поволжье, на юго-востоке Европейской части России (особенно в Оренбургской области), в Центральном Черноземье, на Северном Кавказе. Распространены сорта "Благодатное", "Быстрое", "Камское", "Саратовское-6" и др.

Просо - важная крупяная культура. В его зерновках примерно 50% крахмала, более 10% белка, 3% жира. Для пищевого использования зерновки проса обрушивают, т.е. разрушают пленки цветковых чешуи и отделяют их от зерновок. Большая часть просяного зерна перерабатывается на пшено, из которого варят кашу и суп, а также добавляют в другие блюда. Пшено хорошо и быстро разваривается. Оно очень питательно (содержит 12% белка, 5,5% жира, 81% крахмала), легко усваивается организмом. Иногда пшено размалывают в муку и пекут блины и лепешки. Издавна из просяного зерна делают хмельной напиток - бузу.

Зерно - ценный концентрированный корм для домашней птицы, особенно для цыплят. Солому, мякину, отходы переработки зерна на пшено охотно поедает домашний скот.

Морфология: просо развивает надземные побеги высотой от 20 до 150 см, с ветвистыми или простыми стеблями и линейноланцетными опушенными листьями. Соцветие - развесистая, часто поникающая метелка длиной от 10 до 60 см. По форме метелки выделяют несколько групп разновидностей проса: развесистое, сжатое, комовое и др. В каждом колоске по 2 цветка: один обоеполый, другой мужской или стерильный. В одной метелке формируется до 1000 зерновок. Зерновки шаровидной или овальной формы, длиной 2-3 мм. Они плотно окружены цветковыми чешуями и опадают вместе с ними. У разных сортов цветковые чешуи окрашены в разные цвета (желтые, кремовые, оранжевые, красноватые, серые, почти белые).

Биологические особенности: просо - одна из самых засухо- и жароустойчивых культур. Теплолюбивое растение, семена начинают прорастать при 8-10°С, всходы появляются при 12-15°С через 5-7 дней. Они не выдерживают заморозков ниже -30°С. Оптимальная температура для роста 18-23°С. По этим причинам просо высевают сравнительно поздно - в начале лета. Светолюбивое растение. Преобладает самоопыление.

Вегетационный период длится от 60 до 120 суток. Средняя урожайность проса низкая (менее 10 ц/га) как в нашей стране, так и за рубежом, хотя при хорошей агротехнике эта культура дает от 20 до 35 ц/га.

Гречиха посевная, или съедобная - *Fagopyrum esculentum* Moench

Гречиха – одна из важнейших крупяных культур. В культуре более 2,5 тысяч лет. В диком виде не встречается. Родина Индия, Гималаи. В России и других странах Европы с XV века. Сегодня главный центр возделывания Европейская часть России, в том числе Башкирия. Зерно содержит 9,5 –14% усвояемых белков, 2-3% жира, углеводы, витамины, Fe, Ca, P, микроэлементы, органические кислоты. В зеленой массе содержится рутин. Цветы и листья заваривают как чай, медонос. Из зерна получают гречневую крупу и муку.

Морфология: однолетнее растение со стержневым корнем, проникающим на глубину до 1 м. Стебель прямостоячий, высотой от 0,5 до 1,2 м, ветвистый, сочный, красновато-зеленой окраски, полый внутри. Листья очередные, с серцевидно-треугольными (верхние со стреловидными) пластинками, длиной до 5 см, нижние - с черешками, верхние – почти сидячие, при основаниях черешков выражены особые образования – раструбы. Цветки с длинными цветоножками, собраны на верхушках побегов в щитковидное соцветие. Каждый цветок с пятичленным белым или розовым простым венчековидным околоцветником, 8 тычинками и пестиком с верхней завязью и 3 столбиками. Цветки обоеполые, гетеростиличные. Опыление

перекрестное. Плоды трехгранные коричневые или темно-серые орешки с острыми ребрами.

Биологические особенности: теплолюбивая культура. Семена прорастают при 7-8^{0}С, всходы появляются при 15^{0}С на 7-8 день после посева, гибнут при -20^{0}С. Оптимальная температура для роста 20^{0}С. Влаголюбивое растение короткого дня, не требовательное к почве. Вегетационный период от 60 до 120 суток.

Сорта, районированные в Башкирии: Чишминская, Демская, Казанка, Бирская 3.

ЛЕКЦИЯ 6. ЗЕРНОВЫЕ БОБОВЫЕ КУЛЬТУРЫ

ПЛАН

1. Зерновые бобовые культуры
2. Горох посевной
3. Чечевица пищевая
4. Нут, или бараний горох
5. Соя культурная
6. Фасоль обыкновенная
7. Бобы кормовые, или конские

Зерновые бобовые культуры

Травянистые растения семейства бобовые выращиваемые для производства зерна возделываются во всех странах мира, занимают более 130млн.га. Известно 60 видов. Наибольшие площади занимают: соя, фасоль, арахис, горох, нут, бобы. Кроме того, чечевица, маш, вика и др.

Содержат много белка с незаменимыми АК (22-45%). Незрелые плоды и семена – высокобелковые овощи. Зеленая масса корм скоту. В семенах содержится масло.

Морфология: Стебель прямостоячий (бобы, соя, фасоль) или вьющийся (горох, вика, фасоль). Соцветие кисть, цветки обоеполые, неправильные, мотыльковые. Плод боб многосемянный (горох, вика, фасоль и др.) или одно- и двусемянный (нут, соя), растрескивающийся. Корень стержневой глубокий с азотофиксирующими бактериями в клубеньках (50-200кг азота на га).

Биологические особенности: Устойчивы к заморозкам – горох, вика, чечевица, бобы, нут. Соя, фасоль не выносят заморозки –10-13^{0}С. Всходят при температуре 4-6^{0}С. Влаголюбивы. Засухоустойчивы. Не терпят кислых почв. Лучшие предшественники озимые зерновые, кукуруза, сахарная свекла, картофель. Удобрения с осени фосфор, калий. Под сою азот в виде навоза. Обработка почвы: глубокая вспашка осенью с внесением удобрений, весенняя культивация, или перепашка, прикатывание, после всходов боронование. Глубина посева 6-8см. Убирают, когда 70-75%

нижних бобов пожелтеет. Сначала скашивают в валки, затем обмолачивают.

Горох посевной - *Pisum sativum* L.

Горох - одна из древнейших культур, имеющая возраст примерно 20 тысяч лет. Он возделывался уже в каменном веке наряду с пшеницей, ячменем, просом, чечевицей. Его родиной считают Переднюю Азию, где до сих пор выращивают его мелкосемянные формы. Крупносемянные формы возникли Восточном Средиземноморье. Родоначальником культурного гороха, возможно, был горох однолетний (*Pisum elatius* Bieb.), встречающийся дикорастущим и поныне.

Сейчас возделывается повсеместно. Высевают преимущественно в умеренных поясах как Северного, так и Южного полушарий. Общая мировая площадь, занятая этой культурой, составляет около 10 миллионов гектаров. Около 80% посевной площади, занятой зерновыми бобовыми культурами, приходится на горох. Он широко возделывается в России, Китае, на Украине, в США, Канаде, Индии и многих других странах. В России горох культивируют в Центральном Черноземном районе, Нечерноземье, Татарии, Башкирии, Чувашии, Мордовии, на Урале, в Сибири.

Горох - важная продовольственная и кормовая культура. Основную часть посевов составляют лущильные сорта. Их скашивают для получения семян, которые вымолачивают (вылущивают) из бобов. Семена используют в пищу вареными, в виде супа и каши. Они богаты белком - содержат его в среднем 26-27%. Кроме того, в них много крахмала и жира. Белок этого растения содержит много незаменимых аминокислот (тирозин, цистин, метионин, лизин, триптофан и др.). Часть семян размалывают в муку. Ее добавляют к пшеничной муке для выпечки хлеба.

Другую группу сортов гороха составляют сахарные. В семенах этой группы содержится много сахара. В пищу используют не только семена, но и целиком бобы вместе со створками и семенами. Чаще всего их собирают недозревшими, когда они еще нежные и сочные, содержат много различных витаминов (С, B_1, B_2, РР, провитамин А), минеральных солей и микроэлементов, так же в нем имеются активные противосклеротические вещества холин и инозит. Такой горох замораживают или консервируют.

Облиственные стебли гороха используют на корм скоту как свежим, так и в виде сена. Солома после обмолота семян также идет на корм животным.

Морфология: горох имеет стержневую корневую систему и слабый полегающий стебель длиной от 20 до 250 см. Листья с 1-3 парами листочков и длинными ветвистыми усиками, которыми заканчивается лист. В основании каждого листа расположено по 2 полусердцевидных прицветника размерами крупнее отдельно взятого листочка. Они играют

огромную роль в фотосинтезе, не меньшую, чем листья. Листочки обычно сизо-зеленые от воскового налета. Цветки крупные, длиной 1,5-3,5 см, с белым, реже желтоватым, розовым, красноватым или лиловым венчиком, расположены в пазухах листьев по одному или парами. Самоопыляющееся растение, но в годы с жарким сухим летом бывает и перекрестное опыление. Бобы чаще прямые, реже изогнутые, почти цилиндрические, длиной 3-15 см, с белыми или бледно-зелеными створками (кожурой). В каждом бобе от 3 до 10 крупных семян в виде небольших шариков.

Биологические особенности: горох - холодостойкая культура, переносит заморозки до -4°С. Семена начинают прорастать при 1-2°С. У него сравнительно короткий вегетационный период - от посева до созревания семян требуется от 65 до 140 суток. Плохо переносит засуху. Светолюбивая культура. Средний урожай зерна гороха посевного 11-16 ц/га, при высокой агротехнике он достигает 30-45 ц/га. Районировано много сортов отечественной селекции: "Красноуфимский-70", "Орловчанин", "Рамонский-77", "Самарец", "Труженик" и др.

Другие виды: пелюшка, или горох полевой - *Pisum arvense* L., встречается дикорастущей в Европе и на Кавказе (в том числе в России), одичавшей - в Северной Америке. Растет как примесь в посевах гороха и других культур, а также возделывается как кормовое растение. В качестве корма используют семена и зеленую массу (в свежем виде и как сено), богатые протеином с незаменимыми аминокислотами.

В нашей стране пелюшку возделывают во многих районах, особенно в северных, так как эта культура отличается скороспелостью. Через 45-55 суток это растение можно косить на зеленый корм и сено, а через 85-100 суток можно убирать на семена. Может расти на бедных песчаных и торфянистых почвах. У пелюшки красно-фиолетовые венчики цветков, бурые округло-угловатые семена, прилистники с красными антоциановыми пятнами. Районированы в России отечественные сорта: "Дружная", "Малиновка" и др.

Чечевица пищевая – *Lens culinaris* Medik. (*L. esculenta* Moench, *Ervum lens* L.)

Родина чечевицы - горные районы Юго-Западной Азии, в том числе прилежащие к Средиземному морю. Введена в культуру в глубокой древности. Древние египтяне, греки и римляне знали чечевицу и питались ею. В средневековой Европе чечевицу стали сеять для получения семян, из которых делали высокобелковые блюда, заменявшие мясо в постные дни. Как дикорастущее растение чечевица сейчас нигде не встречается. Но в районах, где ее возделывают, она легко дичает.

Сейчас чечевицу выращивают на площади более 3 миллионов гектаров. Основная масса посевов размещена в Азии (Индии, Пакистане, Афганистане, Иране, Сирии, Турции). В меньшей степени в Северной

Африке (Эфиопии, Ливии, Алжире, Марокко). В сравнительно скромных размерах ее разводят в ряде европейских государств, а также в Мексике, Чили, Аргентине, Колумбии и некоторых других латиноамериканских странах.

В России чечевицу выращивают с XV века. До начала XX столетия это была довольно распространенная культура в нашей стране. Чечевица может расти на истощенной, малоплодородной почве, на смытых, эродированных склонах. Однако в наши дни чечевицу в России культивируют значительно меньше, чем раньше. Чаще всего ее сеют в Черноземной полосе Европейской России и Поволжье.

Чечевица - продовольственная и кормовая культура. Ее семена содержат 24-36% белка, который хорошо усваивается организмом человека, а также до 60% углеводов и до 2% жира. Их едят в вареном состоянии, в виде супов и каш.

В России долгое время была популярна чечевичная похлебка, считалось, что она не только питательна, но и обладает целебными свойствами - является общеукрепляющим средством. В Индии семена чечевицы примешивают к рису, тем самым делают пищу богатой не только углеводами, но и белком. В Эфиопии чечевичная каша в смеси с мукой, заправленная маслом и пряностями - одно из национальных блюд. Из чечевичной муки бедуины издавна пекут хлеб. Во многих азиатских странах чечевица - основной источник белка в рационе людей.

Чечевичная мука - компонент некоторых сортов колбасы. Во Франции ее добавляют в дешевые сорта шоколада. Из нее выпекают особые сорта печенья и галет. Солома чечевицы - белковый корм для домашнего скота, охотно поедается всеми видами животных. В ней может быть до 15% протеина.

Морфология: чечевица имеет стержневой корень и тонкий бороздчатый стебель высотой 15-75 см, сильно ветвящийся, склонный к полеганию. Листья сложно-перистые, из 2-8 пар овальных листочков, с усиками на конце. Цветки мелкие, длиной 5-8 мм, белой, розовой, голубоватой или фиолетовой окраски, расположены по 1-4 в пазухах листьев. Преобладает самоопыление. Бобы мелкие, короткие, длиной 6-20 мм, часто почти ромбические, плоские. В каждом бобе 1-3 сплюснутых семени диаметром от 2 до 9 мм, похожих на линзы. Окраска семян у разных особей различна - они могут быть зелеными, розовыми, коричневыми, серыми, почти черными, пятнистыми.

Биологические особенности: Чечевица - засухоустойчивое растение. Семена начинают прорастать при 4-5°С. Оптимальная температура для роста и развития 17-20°С. Период вегетации сортов крупносемянного подвида, употребляемых для пищевых нужд, 70-120 суток. Сорта мелкосемянного подвида, используемые в основном на корм скоту, созревают через 65-70 суток. Урожайность семян чечевицы невысокая, 7-8

ц/га. Выведены отечественные сорта: "Петровская-6", "Пензенская-14" и др.

Нут, или бараний горох - *Cicer arietinum* L.

Археологические данные свидетельствуют, что нут одна из древнейших культур человечества. Родиной считается Юго-Западная Африка. Его возделывали в Древнем Египте, Древней Греции, Риме. Предки неизвестны. Дикорастущие родственники крупносемянных форм произрастают в Средиземноморье, мелкосемянных в Юго-Восточной Азии.

В настоящее время посевные площади нута в мировом земледелии занимают третье место среди зерновых бобовых - около 9 миллионов гектаров, из которых 90% сосредоточено в тропиках и субтропиках Азии. Его широко культивируют в Индии, Китае, Пакистане. В России нут возделывают в небольшом масштабе в Центральном Черноземье, на Северном Кавказе, в Поволжье, юго-восточных районах Европейской России, на юге Западной Сибири.

Нут возделывают как пищевое и кормовое растение. Его семена содержат 20-29% белка, 50-60% углеводов и 4-7% жира. Их едят вареными, в виде супов и каш. Поджаренные семена вкусом напоминают орехи, их используют как суррогат кофе. Так же служат кормом животным. Листья и стебли пригодны для скармливания только овцам. Для других домашних животных они несъедобны, хотя и содержат много протеина, так как в них избыток щавелевой, яблочной и других кислот.

Морфология: нут имеет крепкий прямостоячий, ветвистый стебель высотой до 20-70 см. Листья непарноперистые. Стебли и листья покрыты железистыми волосками. Цветки белые или красно-фиолетовые. Самоопыляющееся растение, но возможно перекрестное опыление. Бобы короткие, вздутые, 1-3-семянные, при созревании обычно самостоятельно не раскрываются. Семена округлые, слегка угловатые, с носиком, внешним обликом напоминающие баранью голову (отсюда и название "бараний горох"), белые у пищевых сортов и темные у кормовых.

Биологические особенности: нут более требователен к теплу, чем горох и чечевица. Лучше, чем другие зерновые бобовые, переносит высокую летнюю температуру и засуху. Вегетационный период у скороспелых сортов 90-110 суток, у позднеспелых 150-220 суток. Средняя урожайность семян нута в мире 6-8 ц/га. Отечественные сорта: "Волгоградский-10", Краснокутский-198", "Юбилейный" и др.

Соя культурная - *Glycine max* (L.) Мегг. (*G. hispida* (Moench) Maxim.)

В диком виде соя не встречается. Она введена в культуру в Юго-Восточной Азии в глубокой древности. Уже в VI тысячелетии до новой эры она была известна в Китае. Предки. Позже она попала в Японию,

Корею, Индокитай. Вплоть до XVII столетия ее выращивали в основном только в Юго-Восточной Азии. В Европу была завезена лишь в конце XVIII века, а в Америку - в начале XIX столетия.

В настоящее время всего в мире под сою занимают ежегодно около 55 миллионов гектаров. Возделывают ее более чем в 60 странах. Значительную долю мирового урожая семян (более 57 млн. т) производят в США. На юге страны получают по два урожая семян в год. Кроме США, крупные плантации этого растения имеются в Китае и Бразилии. Сою выращивают также в Корее, Японии, Вьетнаме, Аргентине, Мексике, Канаде, Нигерии, Иране, Австралии. В России эту культуру начали осваивать в конце 20-х годов XX столетия. Ее культивируют в основном на Дальнем Востоке, в меньшей степени на Алтае и Северном Кавказе. В других районах России природные условия мало подходящие для этого растения.

Соя - важное продовольственное, техническое и кормовое растение. В пишу употребляют семена. Они содержат 30-52% полноценного белка, 15-27% полувысыхающего масла, до 30% углеводов, а также витамины А, В, С, Е. Белок сои отличается хорошей усвояемостью, по аминокислотному составу близок к мясному белку, по содержанию незаменимых аминокислот (лизина, метионина, триптофана, цистина) превосходит все другие зерновые бобовые. Из семян варят супы, вторые блюда, готовят закуски, салаты, всевозможные соусы, и даже напитки. Во многих странах семена сои консервируют. Так же основную массу составляют продукты переработки соевых семян, которые используют в изготовлении соевых конфет и некоторых сортов шоколада. В Китае, в некоторых столовых и ресторанах подают десятки совершенно различных блюд, приготовленных из сои: сосиски, говядина, свинина, курятина, рыба, яичница, сыр, и многие другие продукты, сделанные из сои. Даже оболочку сосиски китайцы могут сделать из пенки соевого молока, свернутой в трубку.

Основной белок семян сои - глицинин. При закисании он створаживается, что позволяет производить из сои псевдомолочные пищевые продукты. Соя - одна из важнейших масличных культур. По объему ежегодного мирового производства соевое масло занимает пятое место. В среднем из одной тонны соевых семян получают 113,5 кг масла. Значительная часть его идет на технические нужды: для изготовления мыла, свечей, искусственного воска, лаков, эмали, типографских, малярных и акварельных красок, глицерина, клеенки, линолеума, пластмасс, смазочного масла, косметических товаров, в осветительных лампах (вместо керосина). Рафинированное соевое масло имеет хороший вкус и используется в кулинарии, на производство маргарина и майонеза. Его применяют в качестве основы для изготовления некоторых лекарств.

После извлечения масла соевый жмых размалывают в муку, богатую белком (содержание его доходит до 40%). В смеси с пшеничной соевую муку используют для выпечки особых сортов хлеба, макарон, вермишели, бисквитов, печений, различных кондитерских изделий. Из нее делают соевое молоко, очень похожее по внешнему виду и вкусу на коровье. Это молоко питательно, в нем содержится витамины А, D и Е. Из соевого молока делают сливки, творог, сырки, сыр.

Кроме того, соя - хорошая кормовая культура. Ее бобы идут на приготовление комбикормов, для любых домашних животных и птиц. На корм скоту используют и солому, остающуюся после обмолота семян. Сою специально высевают на зеленый корм и для производства травяной муки. Иногда ее запахивают в качестве зеленого удобрения, чтобы повысить плодородие почвы.

Морфология: соя - опушенное растение высотой 30-100 см со стержневой корневой системой. Стебель прямостоячий, крепкий, с 2-5 боковыми побегами в нижней части. Листья очередные, крупные, тройчатые, с длинными черешками. Листочки овальные, ромбические или яйцевидные. У большинства сортов после созревания плодов листья опадают. Цветки собраны по 3-10 (до 25) в кистевидные соцветия, которые располагаются в пазухах листьев. Венчик белый или голубовато-фиолетовый, реже красный. Цветки мелкие, самоопыляющиеся, раскрываются уже после того, как пройдет оплодотворение. Бобы различной формы и окраски, чаще прямые или серповидно-изогнутые, длиной до 5 см, плоские, 1-4-семянные, от светло-серой до черной окраски. Стебли, листья и бобы густо опушены жесткими волосками. Семена шаровидные или овальные, разной окраски: желтые, зеленые, коричневые, черные.

Биологические особенности: соя - тепло-, свето- и влаголюбивое растение. Ее семена начинают прорастать при температуре 8°С, оптимальная температура для их прорастания 12-14°С, однако всходы выдерживают легкие заморозки. Наилучший рост растений при температуре 18-24°С, для формирования и созревания плодов 18-22°С. Вегетация в зависимости от сорта от 80 до 160 суток. Урожайность семян сои без полива 10-15 ц/га, на орошаемых полях 27-40 ц/га. Отечественные сорта: «Аврора», «Амурская-41», «Бельчская-87».

Фасоль обыкновенная - *Phaseolus vulgaris* L.

Фасоль - древнее культурное растение американского происхождения. Дико нигде не произрастает, предки неизвестны. Культивировали уже примерно за 5 тысячелетий до новой эры в Мексике и Перу. Позже стали разводить в европейских странах и их колониях, расположенных в Африке и Азии. Сейчас повсеместно. Занимают

большую площадь около 24 миллионов гектаров. Самые крупные посевы в Индии, Бразилии, США, Китае, Мексике, Румынии.

В России с XVII или XVIII века. Ее выращивают преимущественно на Северном Кавказе и в центрально-черноземных областях.

Фасоль - высокобелковая продовольственная культура. Лущильные сорта возделывают для получения сухих семян. В них 24-30% хорошо усваиваемого человеком белка, до 2% сахаров, до 22 мг аскорбиновой кислоты (витамина С). Употребляют в пищу преимущественно в виде супа, а также в отваренном виде на гарнир ко вторым блюдам. Они хорошо усваиваются организмом. Так же семена фасоли консервируют с разными добавками. Семена фасоли некоторых сортов в сыром виде слегка ядовиты. У сахарных сортов фасоли в пищу употребляют недозрелые бобы целиком со створками и семенами. Из них так же варят суп, а для длительного хранения консервируют. Вегетативные органы фасоли и створки бобов используется на корм для домашнего скота.

Фасоль имеет лечебное значение. Ее семена усиливают секрецию желудочного сока, назначают при гастритах с пониженной кислотностью. Створки ее плодов обладают мочегонным действием и препятствуют образованию песка и камней в мочевом пузыре и мочеточниках. В народной медицине применяют как мочегонное при задержках мочеиспускания и водянке, болезнях мочевого пузыря, воспалении почек, а также при ревматизме, ишиасе, подагре, экземе и других кожных заболеваниях.

В составе створок бобов фасоли содержатся вещества, снижающие содержание сахара в крови. Поэтому отвары из створок можно рекомендовать при легких формах диабета как вспомогательное средство.

Морфология: фасоль - полиморфное растение. Выведено множество сортов, сильно различающихся и по внешнему виду и по характеру использования их человеком. Разные сорта варьируют по форме листьев, окраске цветков, длине и форме плодов, а также по размерам растений. У сортов кустовой формы стебель прямостоячий, невысокий (20-45 см), сильно ветвится. У других сортов стебель вьющийся, длиной до 5 м, по искусственным опорам может подниматься на большую высоту. Корень стержневой, проникает на глубину более 1 м. Листья тройчатые, с длинными черешками.

Цветки расположены группами по 2-8 на длинных цветоносах. Окраска венчика от чисто-белых до темно-розовых и фиолетовых оттенков. Преимущественно самоопыляющееся растение. Бобы висячие, прямые или изогнутые, длиной от 5 до 28 см. В каждом бобе от 2 до 8 эллиптических семян самой разнообразной окраски. Они могут быть однотонными от белых до темно-лиловых и почти черных цветов, но чаще бывают крапчатыми или пятнистыми, а нередко с мозаичным рисунком.

Биологические особенности: Фасоль - теплолюбивое растение. Семена начинают прорастать при 10° С. Небольшие заморозки (до -1°С) губительны. Некоторые сорта более холодостойки - семена прорастают при температуре 7-8°С, а всходы выдерживают кратковременные заморозки до -2°С. Вегетационный период разных сортов длится от 70 до 200 суток. Урожайность колеблется от 10 до 30 ц/га. В России разводят в основном сорта отечественной селекции: «Бийчанка», «Ока», «Щедрая» и др.

Другие виды: фасоль золотистая, или маш - *Phaseolus aureus Roxb.* (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). Ее культивируют около 6 тысяч лет во многих странах Южной, Восточной и Средней Азии, в особенности в Индии, Пакистане, Китае, Японии. У нее длинные тонкие бобы длиной до 20 см и мелкие зеленые или коричневые семена, используемые в пищу. Побеги после обмолота идут на корм скоту. Как декоративное растение выращивают фасоль многоцветковую - *Phaseolus multiflorus* Lat. с длинным вьющимся стеблем и яркими красными или белыми цветками. Она отличается крупными семенами.

Бобы кормовые, или конские - *Faba bona* Medik. (*Faba vulgaris* Moench, *Vicia faba* L.)

Бобы - древняя культура. Возделывали за 2 тысячи лет до н.э. в средиземноморских областях Южной Европы и Северной Африки. В настоящее время их культивируют на площади более 3 миллионов гектаров. Примерно 55% мировой площади этой культуры сосредоточено в Китае. Так же возделывают в Англии, Голландии, Бельгии, Дании, Болгарии, Мексике, Бразилии, Марокко, Египте.

В России эта культура известна более тысячи лет, но разводится на ограниченной площади, в основном в Нечерноземье.

Бобы – не только кормовая, но и пищевая культура. В пищу используют незрелые семена или недозрелые бобы. Они содержат 32-37% протеина, 56-60% углеводов, около 2% жира, а также 33 мг аскорбиновой кислоты (витамина С), 0,2 мг каротина (провитамина А). Из семян варят суп, отваривают, тушат. Бобы входят в состав диетических блюд, назначаемых при заболеваниях печени, почек и кишечника. Семена бобов используют для производства комбикормов. Зеленую массу, отличающуюся высокой питательностью и содержащую до 10% белка, силосуют, обычно в смеси с кукурузой.

Морфология: корневая система у бобов мощная, глубоко проникающая в почву. Стебель прямостоячий, высотой от 0,7 до 2 м, четырехгранный, толстый, внутри полый, густо облиственный. Листья парноперистые, мясистые, сизо-зеленые, листочки крупные, эллиптические. Цветки белые, реже розоватые, с черными пятнами на крыльях и фиолетово-коричневыми полосами на парусе, собраны по 2-12 в

кисти, располагающиеся в пазухах листьев по всему стеблю. Опыление преимущественно перекрестное, лучшие опылители - шмели. Бобы крупные, при созревании бурые или черные, 2-8-семянные. Семена у разных сортов неодинаковы по величине (длиной от 7 до 30 мм) и окраске (желтые, зеленые, бурые, черно-фиолетовые).

Биологические особенности: бобы приспособились к возделыванию в умеренном климате. Они довольно холодостойки. Семена начинают прорастать при температуре 3-5°С. Всходы выдерживают заморозки до -6°С. Оптимальная температура для роста и развития 15-20°С. При температуре выше 25°С бутоны и цветки осыпаются. Влаголюбивая культура. Вегетационный период от 95 до 145 суток. Высокоурожайная культура, дает 25-60 ц/га семян и более, при возделывании на силос до 400 ц/га зеленой массы. Выращивают разные сорта, в том числе российской селекции: «Орлецкие», «Янтарные» и др.

ЛЕКЦИЯ 7. ЖИРНОМАСЛИЧНЫЕ КУЛЬТУРЫ

ПЛАН

1. Жирномасличные культуры
2. Подсолнечник однолетний
3. Лён культурный
4. Конопля посевная
5. Горчица сарептская, или сизая
6. Рапс масличный
7. Мак снотворный
8. Маслина европейская, или оливковое дерево

Жирномасличные культуры

В этом разделе пойдет речь о растениях, накапливающих в своих семенах и плодах в качестве запасного вещества жирное масло. Этот природный продукт отличается высокой калорийностью, поэтому давно освоен человеком как ценный компонент пищи. Растительное масло, продуцируемое разными видами растений, существенно различается по вкусу, запаху, усвояемости, питательности. Это и понятно, так как растительный жир (как и животный) представляет собой смесь многих соединений различной химической природы. Каждый вид растений накапливает жир со своим, только ему присущим набором компонентов. Любой из нас легко различит по вкусу и запаху подсолнечное и оливковое масло.

В 80-х годах в мире ежегодно производилось около 60 миллионов тонн растительных масел. Это в несколько раз больше, чем животных жиров, которых в тот же период вырабатывалось около 15 млн.т (в том числе около 1,5 млн.т рыбьего жира). Более двух третей растительных

жиров уходит на пищевые нужды, остальное используют в технике. На первом месте по объему стоит соевое масло, на втором - пальмовое, на третьем - подсолнечное, далее - рапсовое, хлопковое, арахисовое, кокосовое, оливковое и др.

Число жирномасличных растений не ограничивается выше перечисленными (даже если говорить только о российских представителях). Две жирно-масличные культуры (соя и арахис) относятся к зерновым бобовым растения. Многие орехоплодные растения, также в значительной мере являются жирномасличными.

Подсолнечник однолетний - *Helianthus annum* L.

Научное название растения *Helianthus annum* происходит от слов: helio - солнце, anthus - цветок, annuus - однолетний, т.е. солнечный цветок, или цветок солнца однолетний. Название растения произошло от отдаленного сходства его цветущей корзинки с солнцем, не зря во многих мультфильмах солнце изображают наподобие соцветия подсолнечника.

Родина подсолнечника - Северная Америка. На калифорнийском побережье США и Мексики до сих пор сохранились заросли его дикорастущих предков, но они сильно отличаются от подсолнечника однолетнего. Сам подсолнечник однолетний в диком виде не встречается, он выведен аборигенами Американского континента очень давно.

В Европу подсолнечник попал 500 лет назад. Его семена были привезены из Америки одной из экспедиций знаменитого Христофора Колумба. Вместе с другими экзотическими для европейцев растениями, доставленными Колумбом и его спутниками с открытого ими нового континента, подсолнечник с начала XVI века стали выращивать в ботаническом саду в Мадриде. Оригинальный облик растения, его эффектные соцветия привлекали к себе внимание цветоводов. Постепенно он распространился по всей Европе. Хотя было известно, что американские аборигены употребляли в пищу семена подсолнечника, а маслом из них смазывали волосы, в Европе его разводили лишь с декоративными целями. Правда, семечки иногда грызли (как это делаем мы и теперь), кое-кто кормил семечками попугаев, а в Германии их жарили и использовали вместо кофе. Есть сведения, что в Португалии высушенные семечки размалывали и добавляли в муку. Но до середины прошлого столетия подсолнечник не считался настоящим пищевым растением.

Как ни странно, заслуженную славу важной продовольственной культуры подсолнечник приобрел в нашей стране, хотя появился он в России относительно недавно, где-то в начале XVIII века, во времена Петра Великого. Поначалу его тоже разводили только любители необычных растений в ботанических садах и цветниках. Начиная с XIX века, подсолнечник нередко украшал палисадники в деревнях степных

районов России. Его выращивали и в огородах ради семечек, которые потребляли как лакомство.

Достоверно известно, что в 1829 году крестьянин Е. Бокарев из села Алексеевка Воронежской губернии собрал достаточно большое количество семян подсолнечника и на ручном прессе отжал из них душистое масло красивого золотистого цвета. Отличный вкус и аромат этого масла не мог оставить равнодушными к нему односельчан предприимчивого крестьянина. Подсолнечник стали высевать на своих земельных участках многие селяне. Дело пошло так быстро в гору, что в 1833 году в том же селе Алексеевка была построена первая в мире маслобойка на конном приводе, а в 1865 г. - первый настоящий маслобойный завод. Из Воронежской губернии подсолнечное масло стали вывозить на продажу во многие города России, а вскоре и за границу.

Позже разведение подсолнечника приняло широкий размах не только в Воронежской губернии, но и на Северном Кавказе, в Поволжье, на Украине. А к концу XIX века культура подсолнечник распространилась и в других странах. Любопытно, но на свою "историческую" родину подсолнечник как масличная культура попал из России. Именно у нас американские фермеры закупили семена многих сортов масличного подсолнечника. В начале XX столетия они разводили в основном сорта российской селекции, пока не вывели свои, лучше приспособленные к условиям Америки.

Сейчас подсолнечник выращивают во многих странах. Общая площадь его посевов в мире в 1984 г. превышала 13 миллионов гектаров. Самые крупные производители подсолнечного масла в настоящее время - Россия, Украина, Аргентина, Румыния, Турция, Испания, США, Австралия, В южных областях нашей страны он занимает огромные площади. Особенно много производится подсолнечного масла в Краснодарском, Ставропольском, Алтайском краях, в Саратовской, Волгоградской, Воронежской, Липецкой, Оренбургской областях.

Морфология: подсолнечник - мощное однолетнее травянистое растение из семейства сложноцветных, или астровых (Compositae, или Asteraceae), высотой 0,7-2,5 м (до 4 м). Корень стержневой, проникающий на глубину до 4 м, боковые корни распространяются в стороны на 100-120 см. Стебель прямостоячий, толстый, крепкий, не ветвящийся, с рыхлой сердцевиной. На каждом растении развивается от 15 до 35 листьев, нижние располагаются супротивно, остальные очередные. Листья крупные, овально-сердцевидные, заостренные на верхушке, пильчатые по краю, шершавые от густого опушения, с длинными черешками.

На верхушке стебля расположено соцветие - корзинка в виде диска диаметром до 40 см, окруженного оберткой из нескольких рядов зеленых листочков. Наружный ряд в корзинке образован бесплодными язычковыми золотистыми цветками. Все остальные цветки (а их в корзинке от 600 до

1200) трубчатые, обоеполые, от светло-желтой до ярко-оранжевой окраски. Плод - семянка с ядром из зародыша и двух семядолей и плотного кожистого околоплодника (кожуры), не срастающегося с ядром. Окраска кожуры семянки у разных сортов различная: серая, черная, полосатая, белая.

Подсолнечник - основная российская масличная культура. В семенах лучших современных отечественных сортов содержится до 52% жира (в расчете на сухую массу). Подсолнечное масло относится к полувысыхающим, обладает отличным вкусом, представляет большую ценность для человека. Его используют в пищу как в натуральном виде, так и в виде маргарина и кулинарных жиров. Широкий спрос находит оно в кондитерской, хлебопекарной, консервной промышленности. Пищевую ценность представляет также жмых, остающийся от семян после извлечения из них масла. В жмыхе много белка, содержащего незаменимые аминокислоты. Жмых используют для производства халвы, а также на корм домашним животным. Ядра семянок - компонент многих лакомств.

Низкие сорта подсолнечного масла потребляет мыловаренная и лакокрасочная промышленность. Его используют при изготовлении линолеума, клеенки, водонепроницаемых тканей, стеарина, изоляционных материалов и т. д. В Бразилии создано авиационное горючее "прозене" со свойствами керосина, но без неприятного запаха. Сырьем для него послужили семена хлопчатника, подсолнечника и сои. Наружная кожица семянок подсолнечника (лузга), накапливающаяся в большом количестве при производстве сладостей - сырье для производства этилового спирта, кормовых дрожжей, пластмасс, искусственного волокна. Стебли подсолнечника - сырье для производства бумаги и картона. В большом количестве их используют на топливо, так как в степных районах, где в основном выращивают подсолнечник, дрова - большой дефицит. Зола, остающаяся после сжигания стеблей этого растения - прекрасное фосфорно-калийное удобрение.

Надземные побеги подсолнечника используют на силос для домашних животных. По питательности такой силос не уступает кукурузному. Иногда молодой подсолнечник скашивают на зеленый корм для крупного рогатого скота.

Биологические особенности: подсолнечник - перекрестноопыляемое растение. Его цветки выделяют много нектара, поэтому охотно посещаются пчелами. Пчеловоды нередко вывозят свои пасеки поближе к полям этой культуры на период цветения подсолнечника. Подсолнечный мед прозрачный, приятного вида, отменного вкуса и аромата, он высоко ценится знатоками, его нередко используют и с лечебными целями. Подсолнечное масло также имеет применение в медицине. Из листьев и краевых цветков подсолнечника готовят настойку, улучшающую аппетит.

Наиболее перспективны следующие сорта подсолнечника отечественной селекции, рекомендуемые для выращивания в настоящее время: "ВНИИМК-6540", "ВНИИМК-8883", "Воронежский-436", Тигант-549", "Донской-22", "Донской-342", "Донской-60", "Енисей", "Передовик улучшенный", "Полевик", "Скороспелый-87" и др.

В более северных районах семена подсолнечника не успевают вызревать. Однако его сеют и в Нечерноземной полосе, но уже с кормовыми целями. Он дает большую зеленую массу, которую используют на корм скоту преимущественно в виде силоса.

Лён культурный - *Linum usitatissimum* L.

В диком виде лен культурный нигде не встречается. Вероятно, он произошел от льна узколистного, который произрастает и поныне в странах, прилежащих к Средиземному морю. Установлено, что уже в каменном веке люди стали разводить лен узколистный. С течением времени из него были отобраны формы, которые и стали льном культурным. Лен - одно из древнейших культурных растений, имеющее возраст не менее 7000 лет. Во всяком случае, льноводство процветало в Древнем Египте, Месопотамии, Ассирии, на землях современной Индии, Китая, в Закавказье еще в V-IV тысячелетии до новой эры. Славянские племена разводили лен в большом количестве еще задолго до возникновения Киевской Руси.

В наше время в мире лен ежегодно высевают на более чем 5 миллионах гектаров пашни. Особенно развито льноводство в Индии, США, Канаде, России, Белоруссии. Почти три четверти мировых посевов занимают масличные сорта (лен-кудряш и межеумок). Их разводят ради семян. В нашей стране, наоборот, масличные сорта занимают сравнительно небольшую площадь. У нас в основном выращивают прядильный лен-долгунец, у него используют и семена для получения масла. Равно как и стебли масличных сортов не выбрасывают, а по возможности перерабатывают на волокно (правда, качество волокна из льна-кудряша намного ниже, чем из льна-долгунца).

Морфология: однолетнее растение из семейства льновых (Linaceae) с прямостоячими тонкими стеблями высотой до 1,2 м, со слабым восковым налетом. У одних сортов стебли ветвятся лишь в самой верхней части. Их называют льном-долгунцом. У других сортов, наоборот, стебли ветвятся от самого основания. Это так называемый лён-кудряш. Есть и промежуточные сорта, у которых ветви отходят от стебля, начиная с середины и доверху. У них тоже есть свое название - лён-межеумок. Особую группу образуют канделябровые сорта, у которых стебли стелятся по поверхности почвы и лишь ко времени цветения их концы и ветви приподнимаются и растут кверху. Характерной особенностью стеблей льна является сильное развитие в них механической ткани. Волокна такой ткани

очень длинные и прочные. Стебли и ветви у всех сортов льна хорошо облиственные. Листья очередные, сидячие, мелкие, ланцетные или линейно-ланцетные, часто покрыты восковым налетом, потому сизоватые. Цветки 1,5-2,5 см в диаметре, с голубым, реже белым или розовым венчиком. Они собраны на верхушках стеблей и ветвей в зонтиковидные соцветия-кисти. Плоды - шаровидные или яйцевидные пятигнездные коробочки. В каждой коробочке по 10 плоских блестящих семян светло-коричневой окраски длиной до 4 мм.

Семена льна содержат до 48% жирного душистого масла. Оно идет в пищу, но значительную часть льняного масла перерабатывают на олифу, А олифа - это основа для масляных красок и многих лаков. Льняное масло применяют и для изготовления мыла. Жмых, оставшийся после отжима масла, - прекрасный корм для домашнего скота и птицы (в военные голодные годы им питалось и население).

Из пряжи ткут полотно различного назначения. Одни из них идут на одежду, другие - на скатерти и занавеси и т.д. Льняное волокно вдвое крепче хлопкового, поэтому много льняной пряжи идет на технические ткани (брезент, парусину и пр.). Из льняного волокна делают также шпагат и веревки. Часть волокна на льнозаводах не удается хорошо очистить от примесей. Но и его не выбрасывают. Это пакля - отличный материал для заделки швов между бревнами в деревянных постройках. Другое назначение пакли - это обтирочный материал в машинных отделениях кораблей и на ряде производств, где используется мазут и другие пачкающие жидкости. Очень часто паклю используют сантехники при соединении труб и установке кранов. Остатки стеблей льна, отделенные от волокна, служат топливом, а также наполнителем при изготовлении строительных плит.

Семена льна используют и как лекарство. Медицинское употребление их основано на том, что при взбалтывании в кипятке они дают обильную слизь, обладающую обволакивающим, смягчающим и противовоспалительным действием и применяемую при воспалительных заболеваниях пищеварительного тракта и дыхательных путей. При поносах льняная слизь действует как мягкое закрепляющее средство. В народной медицине толченые семена льна используют и в качестве легкого слабительного. В данном случае проявляется действие гликозида линамарина, который обладает способностью регулировать секреторную и моторную функции кишечника. Льняное масло, содержащее большое количество ненасыщенных жирных кислот, способствует снижению уровня холестерина в крови, поэтому может служить хорошим средством профилактики и лечения атеросклероза.

На фармацевтических предприятиях выпускают готовый препарат из семян льна - "Линетол", представляющий собой смесь этиловых эфиров

жирных кислот. Он используется как ранозаживляющее средстве при ожогах и лучевых поражениях кожи.

Биологические особенности: агротехника льна, особенно уборка урожая, весьма своеобразна. Высевают его рано весной на хорошо удобренных площадях. Удивительно красивое зрелище - цветущее поле льна. Оно сплошь голубое. Не зря это растение вдохновляет на творчество и поэтов, и музыкантов, и живописцев. Но вот цветение кончилось, стали поспевать семена. Льноводы начеку - нельзя пропустить оптимальный срок уборки. Рано убрать - значит недополучить урожай семян и волокна, а чуть опоздаешь с уборкой - потеряешь семена. Дело в том, что созревшие коробочки льна легко растрескиваются и из них выпадают семена при малейшем дуновении ветра. Убирают лен, когда коробочки пожелтеют, но еще не растрескиваются. У льноводов это время называется фазой ранней желтой спелости.

Для уборки льна не нужны жатки, так как его не косят, как, скажем, пшеницу, а выдергивают с корнем. Этот процесс называется теребление. Раньше лен теребили вручную. К этой работе привлекали все сельское население, в том числе и детей. В школах в сентябре приостанавливали занятия, дети выходили в поле вместе со взрослыми. Нужно было вытеребить лен в максимально короткий срок. Сейчас на полях в основном работают специальные льнотеребильные машины, и процесс уборки не требует столько рабочих рук.

Выдернутый с корнем лен связывают в снопы, просушивают и обмолачивают верхушки стеблей, чтобы отделить семена. Семена отправляют на маслозавод. Там из них отжимают масло.

Обмолоченные снопы развязывают и расстилают тонким слоем на скошенных лугах и свободных полях. Стебли льна мокнут под дождем и снегом, но это так и надо. В них проходят сложные биохимические процессы, во время которых разрушается пектин и высвобождается волокно. Но оно еще перемешано с остатками не разрушившихся стеблей и ветвей. Это еще не волокно, а так называемая треста. Ее сгребают, просушивают и отвозят на льнозавод. Там специальными машинами тресту мнут и отделяют волокно от нежелательных примесей. Чистое волокно поступает на прядильные фабрики.

В настоящее время в нашей стране разводят следующие сорта масличного льна: "ВНИИМК-622", "Легур", "Северный" и др.

Конопля посевная - *Cannabis saliva* L.

Культура конопли, по свидетельству ученых, насчитывает уже несколько тысячелетий. Считают, что люди обратили внимание на прочное волокно, которое можно извлекать из сорняка, росшего близ жилья, и стали разводить его. Это произошло примерно 2000 лет назад, предположительно в Центральной Азии. По другой версии, окультурили

коноплю первоначально в Гималаях. Упоминания о выращивании этого растения содержатся в китайских и индийских источниках, относящихся к VIII-IX веку до нашей эры. В Древней Индии делали опьяняющий напиток из листьев конопли. Его пили во время религиозных торжеств. Долгое время коноплю разводили только на территории современного Китая, Монголии, Индии.

Коноплю долго не знали на Ближнем Востоке и в Египте. О ней совершенно нет упоминаний в Библии. В то же время еще в V веке до нашей эры ее знали скифы, кочевавшие по территории современной Южной России и Украины. По свидетельству Геродота, скифы использовали ее волокно и семена. Из волокна делали одежду, а семена бросали в огонь костра и вдыхали дым. Он приводил их в возбужденное состояние, они плясали и пели. Вероятно, у скифов узнали про коноплю славяне, а потом и другие народы Европы. В средние века коноплю уже выращивали фактически во всех странах Евразии и Северной Африки. С XIX века площади под ней в южных странах быстро сокращались, так как здесь стали отдавать предпочтение другому растению, дающему волокно - хлопчатнику.

Морфология: к особому семейству коноплевых (Cannabaceae), состоящему всего из одного рода. Конопля посевная - растение однолетнее, но за один сезон оно вырастает в хороших условиях до размеров приличного кустарника, достигая четырех, а иногда и более метров в высоту (скорость роста в хороших условиях, как у бамбука). Корень стержневой, проникает на глубину до 2 м. Стебли прямостоячие, не ветвящиеся, в нижней части цилиндрические, выше ребристые, покрыты железистыми волосками. Листья пальчато-лопастные, с черешками.

Многочисленные мелкие цветки собраны на верхушке стебля в густое метельчатое соцветие. Растение двудомное одни особи несут только мужские цветки, дающие очень много пыльцы, другие - только женские. Мужские особи носят названия "посконь", или "замашка". Их цветки состоят из простого чашечковидного 5-членного околоцветника и 5 тычинок. Женские растения крупнее мужских, их зовут "матерка". В женских цветках околоцветник почти незаметен, зато хорошо виден пестик с верхней завязью и двумя столбиками. Цветки на матерках образуют более компактные, почти головчатые метельчатые соцветия. Опыляется конопля ветром. Плоды - шаровидные серо-бурые орешки.

Биологические особенности: конопля - продовольственное и техническое растение. В ее семенах содержится 30-35% отличного жирного масла темного желто-зеленого цвета. По пищевым качествам оно уступает подсолнечному и льняному. Для кулинарного использования его очищают (рафинируют). Основная масса конопляного масла теперь идет на изготовление олифы, лака, краски. Используют его и в мыловаренном

производстве. В XVIII-XIX веках улицы наших крупных городов, в частности Москвы, освещали светильники, заправлявшиеся конопляным маслом. Остающийся после отжима масла из семян жмых - ценный концентрированный корм для скота. В голодные годы он спасал от гибели и людей. Конопляное семя - излюбленный корм многих певчих и декоративных птиц.

Но не только масло получают из конопли. Это одно из лучших прядильных растений, к тому же одно из первых, которое дало человеку прочную одежду. Первоначально люди получали волокно из дикорастущей конопли, встречающейся довольно широко в Евразии, особенно в засушливых зонах степей, полупустынь и пустынь. Потом стали разводить ее на примитивных плантациях, благо растение неприхотливое и не требует изощренных приемов агротехники. Вот и стала конопля одним из первых культурных прядильных растений.

Конопляное волокно довольно грубое, в России его зовут пенькой. Пенька выгодно отличается от льняного волокна и хлопка большей прочностью и устойчивостью против гниения. По этой причине конопляное волокно незаменимо для изготовления вещей и материалов, постоянно пребывающих во влажной среде, например парусов, рыболовных сетей, морских канатов, палаток, пожарных рукавов и т.п. Из конопляного волокна делают брезент, парусину, мешковину, другую тарную ткань, шпагат, приводные ремни. Конопляное волокно пригодно и для изготовления более тонкой бельевой ткани, полотенец, скатертей.

Отходы, образующиеся при обработке конопляного волокна называются паклей. Ею конопатят бревенчатые стены домов. Паклей перекладывают хрупкие вещи при их перевозке, например, посуду. Пакля - отличный материал для обтирания машин и механизмов.

За многовековую историю культурная конопля изменена человеком весьма основательно. Выведено множество сортов, различающихся морфологически, сроками и продолжительностью вегетации, естественно, в первую очередь - хозяйственными свойствами. Особенно своеобразны сорта, разводившиеся на Индостанском полуострове. Иногда их даже рассматривают как самостоятельный вид - коноплю индийскую, или южную (*Cannabis indica* Lam.), отличающуюся гигантским ростом. Тем не менее, конопля не утратила способности расти без помощи человека, поэтому легко дичает. Сейчас трудно, а во многих случаях просто невозможно сказать - аборигенка ли растущая дико конопля или она "ушла" из культуры, т.е. одичала. Как отдельный вид описана конопля сорная (*Cannabis ruderalis* Janisch.), но многие авторитетные ботаники оспаривают правомочность выделения его, считая все популяции и дикорастущей, и культивируемой конопли принадлежащими к одному виду - *Cannabis sativa* L. Дикорастущая конопля широко распространена во

многих районах Азии, в том числе в России. Это обитатель пустырей и мусорных свалок. Нередко засоряет культурные посевы.

Однако и до наших дней конопля не утратила своего значения, ее по-прежнему культивируют во многих странах, хотя и в более скромных размерах. Сейчас это растение возделывают в Индии, Пакистане, России, на Украине, в Румынии, Италии. Это светолюбивая и требовательная к высокому плодородию почвы культура. Вегетационный период скороспелых сортов 115-125, среднеспелых 130-140, позднеспелых 150-160 суток.

К сожалению, возбуждающие свойства конопли, которые были известны древним индийцам и скифам, используются и поныне. Более сильными наркотическими свойствами отличаются южные формы растения, в частности сорта, относимые к группе индийской конопли. Во всех странах ведется борьба с наркоманией, поэтому посевы этих сортов повсеместно запрещены.

Горчица сарептская, или сизая - *Brassica juncea* (L.) Czern.

Как дикорастущее растение горчица сарептская встречается в самых южных районах Европейской России, в частности в Нижнем Поволжье. Название вида "сарептская" свидетельствует о том, что его находили в окрестностях Сарепты, близ современного Волгограда. Это растение издавна культивируют как масличную культуру. Оно легко дичает, и в настоящее время одичавшую горчицу сарептскую можно встретить как рудеральное растение во многих районах России, преимущественно в населенных пунктах, на пустырях, у дорог, реже как сорное в посевах, на огородах, в садах.

Как ценную жирномасличную культуру горчицу сарептскую возделывают во многих странах Евразии и Африки. В России основная площадь ее посевов размещена в степном Поволжье, Ростовской области, Ставропольском крае, Западной Сибири. Урожайность семян 12-15 ц/га. Разводят сорта отечественной селекции: "Донская-8", "Рушена", "Южанка-15" и др.

Морфология: горчица - однолетнее растение из семейства крестоцветных, или капустных (Cruciferae, или Brassicaceae), с ветвящимся стеблем высотой до 150 см. Листья очередные, нижние лировидные или перисторазделные, верхние цельные, овальной формы. Цветки желтые, типичного для крестоцветных строения, собраны в верхушечное соцветие редкую кисть. Плоды - цилиндрические стручки с шиловидным носиком. Семена мелкие, шаровидные, черные или коричневые.

Горчица сарептская - продовольственная, техническая и лекарственная культура. Ее возделывают ради семян, в которых содержится от 35 до 47% жирного масла.

Горчичное масло отличается хорошим вкусом, его употребляют в пищу, используют в хлебопекарном, кондитерском, консервном производстве. Оно находит спрос в мыловаренной и текстильной промышленности.

Горчичное масло - составная часть многокомпонентной лекарственной мази "Эфкамон", применяемой при артритах, полиартритах, миозитах, люмбаго, ревматизме, радикулите, мигрени и других заболеваниях.

Жмых, остающийся после выжимки масла, размалывают в порошок. Это и есть всем хорошо знакомая горчица, которой сдабривают пищу. Чтобы сделать пищевую приправу, горчичный порошок заваривают кипятком. Получается пастообразная масса, которую и подают к столу для возбуждения аппетита и улучшения пищеварения.

Горчичный порошок используют также как хорошее средство для мытья посуды, особенно запачканной жиром. Им пользуются и для предупреждения простудных заболеваний. После сильного переохлаждения полезно опустить ноги в ведро или тазик с теплой водой, всыпав при этом одну-две ложки горчичного порошка.

Горчичный порошок с клеящими веществами наносят на бумагу и получают лекарственное средство - горчичники. Смоченные водой горчичники накладывают на кожу, они вызывают жжение и резкое покраснение кожи, что связано с сильным приливом крови к месту, покрытому горчичниками. Происходит временное перераспределение крови в организме. За счет этого уменьшаются воспалительные процессы, затухает боль. Действующим веществом в семенах горчицы и, соответственно, в горчичниках является гликозид синигрин. Когда порошок горчицы обливают теплой водой под влиянием фермента мирозина, находящегося в семенах горчицы, синигрин расщепляется на сахар, кислую сернокалиевую соль и аллилгорчичное масло. Именно это масло обуславливает специфический запах и жгучий вкус столовой горчицы. Оно и вызывает раздражение кожи и прилив к этому месту крови. Горчичники применяют при бронхитах, воспалении легких, плевритах, миозитах, невритах, радикулитах, ревматизме. Горчичники используют и при сильных головных болях у больных гипертонической болезнью (их ставят на шею), при приступах грудной жабы (ставят на грудь).

Кроме масличных сортов, о которых говорилось выше, горчица имеет сорта овощного направления. Их зовут листовой горчицей. Красивые лировидные листья листовой горчицы с курчавым краем пластинки образуют розетку, из центра которой вырастает цветоносный стебель. Листья розетки употребляют в пищу в сыром виде, в салатах, свежими и вареными их используют как гарнир к рыбным и мясным блюдам. Для длительного хранения листья засаливают. Они содержат 6-9%

сухих веществ, в том числе до 2,4% сырого белка, до 80 мг% аскорбиновой кислоты (витамина С), до 4,6 мг% каротина (провитамина А), до 20 мг% витамина Р, витамины B_{12} B_2, соли кальция и железа.

Листовую горчицу широко культивируют в Китае, Японии, Индии и других южноазиатских странах. Возделывают ее также в Западной Европе и Северной Америке. В России листовую горчицу выращивают пока в скромном размере, в основном любители, хотя разводить ее можно практически повсеместно. Тем не менее, у нас уже есть хорошие отечественные сорта, такие как "Салатная-54" селекции знаменитой Грибовской опытной станции, расположенной в Подмосковье, "Волнушка", "Краснолистная" и др.

Биологические особенности: горчица сарептская - довольно холодостойкое растение. Ее семена начинают прорастать при 2-3°С. Всходы переносят кратковременные заморозки до -5°С. Листовые сорта дают готовую продукцию уже через 25-50 суток после посева. Чтобы удлинить период использования листьев в качестве зелени, листовую горчицу нужно поливать, так как при недостатке влаги и достаточно высокой температуре воздуха она склонна быстро выгонять цветоносный стебель, после чего листья розетки увядают.

При хорошей агротехнике и своевременном поливе получают урожай листьев 30-50 ц/га. Масличным сортам, наоборот, высокая температура воздуха не вредит, они довольно засухоустойчивы. Вегетационный период их довольно короткий 90-110 суток.

Другие виды. Как кормовую культуру в Нечерноземной полосе Европейской части России кое-где выращивают Горчицу белую - *Sinapis alba* L. Ее сеют обычно в чистом виде и используют как ранний зеленый корм (урожайность 200-250 ц/га). Нередко это растение, имеющее прочный разветвленный стебель, используют как опорный компонент в кормовых травосмесях с бобовыми с полегающими побегами, такими как горох, вика. Несмотря на то, что горчица белая относится к другому роду, чем сарептская, морфологически эти растения весьма сходны. Она более холодостойка - ее всходы переносят даже сравнительно продолжительные заморозки до -6°С. Вегетационный период горчицы белой еще более короткий 65-90 суток. Рекомендуется для разведения сорт "ВНИИМК-518".

Рапс масличный - *Brassica napus* L.

Родина рапса - Средиземноморье, откуда он распространился в Индию и другие страны Азии. В мировом земледелии рапс занимает площадь более 13 миллионов гектаров. Он считается основной масличной культурой в 28 странах мира. Особенно большую площадь его посевы занимают в Индии (3,9 млн. га), Китае (3,7 млн. га), Канаде (3 млн. га). Довольно много рапса высевают в Германии, Польше, Швеции, Франции.

В Канаде рапс стал одной из самых высокодоходных культур. В нашей стране его стали возделывать в XVIII веке, но только в последние десятилетия ему стали уделять то серьезное внимание, которого он заслуживает. Как кормовую культуру рапс выращивают в Сибири, Центральном Черноземье, Нечерноземье. Выращивают озимые и яровые сорта.

Морфология: Рапс масличный - однолетник из семейства крестоцветных (Cruciferae), культивируется в двух формах - как озимое и яровое растение. Корень стержневой, хорошо развитый, проникает вглубь на 2 м, но основная масса деятельных корней располагается в слое почвы до 25-40 см. У озимого осенью вырастает розетка из 5-9 листьев, стебель развивается весной. Стебель прямостоячий, высотой 100-130 см, покрыт восковым налетом, сильно разветвленный. Листья тоже с восковым налетом, сизо-зеленые или сизо-фиолетовые, нижние с черешками, верхние сидячие, стеблеобъемлющие.

Соцветие - рыхлая кисть. Венчик светло- или золотисто-желтый. Цветки самоопыляющиеся, но примерно пятая часть их опыляется перекрестно, с помощью насекомых, собирающих с цветков нектар. На одном растении развивается до 400 стручков. Стручки длиной до 12 см и диаметром 4-6 мм, с носиком. Семена шаровидные, диаметром до 2 мм, черные или темно-коричневые.

Рапс - продовольственная и кормовая культура. В семенах содержится от 32 до 50% жирного масла и до 23% белка. Рапсовое масло используют в пищу. В Швеции и Финляндии оно идет для производства отличного пищевого маргарина. Оно применяется также в мыловаренном производстве и полиграфии. Были попытки сделать из него экологически чистое моторное топливо для тракторов. Рапс выращивают также для производства кормов: зеленой массы, силоса, травяной муки. На корм используется и шрот, остающийся после отжима масла. Хороший медонос, с 1 га посева пчелы собирают до 100 кг меда.

Биологические особенности: вегетационный период ярового рапса 95-110 суток, озимого 290-320 суток (вместе с зимним покоем). Весенняя вегетация у озимого рапса начинается при среднесуточной температуре около 2°С. Требователен к высокому плодородию почвы. Урожайность семян составляет примерно 20 ц/га. Один гектар посевов дает 720 кг пищевого масла и 1120 кг шрота, которым можно сбалансировать по белку до 9 т комбикормов.

Мак снотворный - *Papaver somniferum* L.

Мак снотворный в диком виде нигде не встречается. Родиной его считают районы, прилежащие к Средиземному морю. В первой половине XX столетия широко культивировался во многих странах Евразии. Из-за

дурной славы в настоящее время объективную информацию о площадях посева и размещении плантаций мака получить сложно.

Морфология: Мак снотворный однолетник из семейства маковых (Papaveraceae) с глубоко проникающим стержневым корнем и крепкими прямостоячими стеблями высотой до 1,5 м. В верхней части стебель ветвится. Листья очередные, сизоватые, широколанцетные, длиной до 30 см, с волнистыми зубчатыми краями, сидячие, стеблеобъемлющие. Цветки очень крупные, расположены по одному на верхушках стеблей и ветвей. Каждый цветок имеет два зеленых чашелистика, закрывающих бутон и опадающих при распускании цветка. Венчик из четырех крупных белых или ярко окрашенных красных, розовых, лиловых лепестков, обычно с более темным пятном у основания. Тычинки многочисленные. Пестик с верхней завязью. Опыляются цветки насекомыми.

Плоды - крупные коробочки разнообразной формы и размеров, диаметром до 7 см. У дикорастущих видов маков коробочка при созревании раскрывается несколькими дырочками в верхней части, через которые высыпаются семена. У мака снотворного коробочка совсем не раскрывается. Без помощи человека это растение обязательно вымрет, так как не умеет самостоятельно рассеивать свои семена. Семян в каждой коробочке много. Они почковидные, белого, светло-желтого, голубоватого или серовато-черного цвета. Во всех частях растения, кроме семян, содержится обильный млечный сок, выступающий на поверхность при ранении наружных тканей.

Мак снотворный возделывается с давних времен ради съедобных семян, богатых превосходным жирным маслом и белковыми веществами. Позднее установлено, что содержащийся в маке млечный сок обладает исключительными болеутоляющими свойствами, поэтому это растение стали культивировать и с лекарственными целями. Выведено множество сортов как масличного, так и лекарственного назначения.

Лекарственные сорта мака отличаются толстостенностью плодовых коробочек. Незрелые зеленые коробочки надрезают особым ножом. Выступающий млечный сок загустевает на стенке коробочки. Это и есть ценное лекарственное вещество, называемое опием. Его снимают с коробочки специальным скребком, укладывают в большие бидоны и отправляют на заводы для переработки или в медицинские учреждения. До недавнего времени в качестве сильных болеутоляющих средств в медицине использовали непосредственно опий.

Действующие вещества мака, содержащиеся в опии и извлекаемые из коробочек - алкалоиды морфин, кодеин, папаверин и др. Выделено более 20 индивидуальных маковых алкалоидов. Основной алкалоид, морфин, используется в чистом виде и в смеси с другими веществами как сильное болеутоляющее средство в хирургии и терапии многочисленных заболеваний, в том числе онкологических. На основе другого алкалоида из

мака - кодеина выпускают эффективные лекарства, подавляющие кашель. Алкалоид папаверин - отличное спазмолитическое средство.

Помимо болеутоляющего действия, опий вызывает эйфорию и с давних времен используется как наркотик. По-видимому, в Китае зародился обычай курения опия. Широкое распространение наркомании привело к тому, что посевы опийных сортов мака решением Организации Объединенных Наций повсеместно запрещены. Все лекарственные препараты, содержащие опийные алкалоиды, находятся на строгом учете, отпускаются только по рецептам врача и используются под врачебным контролем. Их нельзя принимать долгое время, так как может возникнуть пристрастие к ним помимо желания больного.

В нашей стране масличные сорта мака высевают на ограниченной площади в специализированных хозяйствах со строгой охраной. Семена идут на пищевые нужды, а стенки коробочек после обмолота и отделения семян поступают на химико-фармацевтические предприятия, где из них экстрагируют алкалоиды, употребляемые как лекарства.

Маслина европейская, или оливковое дерево - *Olea europaea* L.

В диком виде Маслина европейская нигде не встречается. Она введена в культуру на Ближнем Востоке или в Средиземноморье за 3 тысячелетия до новой эры. Родительские формы до наших дней, вероятно, не дожили, но некоторые ученые одним из прародителей культурной маслины считают Маслину золотистолистную - *Olea chrysophylla* Lam., которая дико растет в Северной Африке и в настоящее время. Культурная маслина европейская произошла в результате многовекового отбора среди форм, образующихся при гибридизации дикорастущих предков. Достоверно известно, что в VI веке до нашей эры маслину европейскую выращивали в садах Древней Греции, а затем и в Римской империи. В те времена эта культура пользовалась большим почетом. Ветвь оливкового дерева считалась символом мира. Победителей на олимпиадах награждали венком из оливковых ветвей. Оливковое масло втирали в кожу.

Морфология: маслина - вечнозеленое дерево из семейства маслинных (Oleaceae) 5-7 м, с кривым стволом, сильно утолщенным в нижней части, и широко раскинувшейся кроной. В редких случаях отдельные деревья вырастают до 20 м высотой. Листья супротивные, кожистые, ланцетные, сверху зеленые, снизу серебристо-серые или бурые от обильных железок. Обычно каждый лист живет ровно год - весной он распускается из почки, а следующей весной опадает и замещается новым. Но листопад проходит постепенно, поэтому совсем голыми и безлистными оливковые деревья не бывают. Цветки мелкие душистые, с беловатым или зеленоватым венчиком. Опыление их осуществляется ветром. Есть сведения, что пыльца маслины переносится на расстояние до 8 км. Плоды - почти черные, темно-синие или темно-фиолетовые костянки, с мясистым

съедобным околоплодником и крупной косточкой. У некоторых сортов плоды очень крупные, размером с хорошую сливу - до 4 см длины и около 3 см в диаметре.

Маслину разводят ради плодов. В их сочных частях накапливается от 30 до 70% жирных ненасыщенных кислот, которые извлекаются под названием оливкового, или прованского масла. Оно не похоже ни вкусом, ни запахом на широко употребляемое в России подсолнечное масло. Считается, что оливковое масло - лучший в мире жир растительного происхождения. Оно обладает прекрасным вкусом, широко используется в кулинарии и при производстве консервов высших сортов. Считается, что оливковое масло усваивается организмом человека на 98%, тогда как подсолнечное только на 80%.

Сами плоды, называемые маслинами, или оливками, имеют и непосредственное пищевое использование. Правда, свежие плоды несъедобны из-за содержания в них горьких гликозидов, которые разрушаются при консервировании. Зато консервированные маслины отличаются высокими вкусовыми достоинствами, имеют нежную маслянистую мякоть. Подсоленные маринованные оливки едят как закуску, добавляют в салаты, без них не бывает полноценной солянки.

Жир из плодов отжимают разными способами и получают масло, различающееся качеством. Самое лучшее прованское масло получают при холодном легком прессовании. Такое масло используют в пищу (им лучше всего маслить салаты, жарить на нем нежелательно). Оно высоко ценится в фармацевтической и парфюмерной промышленности, так как служит основой многих важных лекарств и косметических средств. При более жестком, но тоже холодном прессовании выход масла увеличивается, но качество масла несколько снижается. Знатоки называют его оливковым и отличают от прованского, но в просторечье прованское и оливковое масло - синонимы. Оливковое масло тоже используют как пищевое, но употребляют в основном при приготовлении рыбных консервов.

При жестком горячем прессовании маслин выход масла значительно возрастает. Но при этом раздавливаются косточки, в их ядрах тоже содержится жир, но другого состава. Отжимаемое при таком прессовании масло приобретает неприятный привкус, его не едят. Оно идет на технические нужды: для производства мыла, как смазочное, как горючее в масляных лампах. В России такое масло давно известно как "деревянное". Оно хорошо горит, почти без копоти, поэтому его наливают в лампады, которые зажигают перед иконами в христианских храмах и домах.

Биологические особенности: размножают маслину семенами и черенками. Сеянцы из семян зацветают в 10-12-летнем возрасте, тогда как укорененные черенки вступают в плодоношение с 4-6 лет. Хороший урожай плодов маслина дает примерно до 50 лет, после чего плодоношение ухудшается. Урожайность 10-15 ц/га. А живут оливковые

деревья очень долго, это чемпион среди плодовых культур по продолжительности жизни - известны деревья (в частности в Палестине), возраст которых превышает 2000 лет. Теплолюбивая культура.

В Южной Европе оливковое дерево местами встречается одичалым в виде колючего кустарника, образующего трудно проходимые заросли. Плоды его мелкие, пищевого значения не имеют.

Сейчас маслину возделывают во многих странах с субтропическим и тропическим климатом. В 1980-х годах ею было занято более 7 миллионов гектаров, годовое производство плодов составляло примерно 7 миллионов тонн. Наибольшее количество плодов этой культуры и прованского масла производят четыре "маслинные" страны: Испания (площадь 2,2 млн. га, урожай плодов более 2 млн. т), Италия (1,5 млн. га, 2,2 млн. т), Португалия и Греция. Выведено более 500 сортов маслин, различающихся размерами плодов, урожайностью, содержанием масла в мякоти, сроками созревания и т.д.

В нашей стране маслину выращивают только в причерноморских районах Краснодарского края на весьма ограниченной площади. Большую работу по освоению культуры маслины до распада Советского Союза провели в Крыму, в знаменитом Никитском ботаническом саду. Там, в частности, выведены самые морозостойкие сорта маслин в мире, выдерживающие зимние морозы до -17°С. Именно эти сорта пригодны для разведения в российских районах Северного Кавказа.

Кроме маслины европейской, люди используют и другие виды этого рода. Например, в Китае и Японии растет Маслина душистая - *Oleafra grans* Thunb. Ее цветки добавляют в чай, чтобы придать ему своеобразный аромат.

ЛЕКЦИЯ 8. ОВОЩЕВОДСТВО. ПЛОДОВОДСТВО.

ПЛАН

1. Овощные культуры
2. Центры происхождения овощей по Н.И. Вавилову
3. Отношение овощей к факторам среды
4. Сооружения защищенного грунта
5. Выращивание культур на искусственных субстратах
6. Выращивание рассады для открытого грунта
7. Плодоводство

Овощные культуры

Овощные культуры – травянистые растения, возделываемые ради их сочных частей, употребляемых в пищу (корни, корневища, клубни, почки, стебли, листья, цветы, соцветия, плоды).

Овощеводство – отрасль сельского хозяйства, занимающаяся производством овощей и наука об овощных культурах и их возделывании.

Значение овощей

- 85-20% получаемой в сутки энергии
- зольные элементы
- подщелачивание внутренней среды, в т.ч. крови
- клетчатка улучшает перистальтику кишечника
- обеспечивает большинством витаминов и микроэлементов.

Особенности овощеводства

1. Большинство выходцы из тропиков, поэтому имеют длительный вегетационный период, требовательны к теплу. При отсутствии соответствующих условий применяют закрытый и открытый грунт для выращивания.
2. Большое разнообразие сортов и культур с разными особенностями.
3. Применяются агротехничесие приемы, редко встречающиеся при возделывании других культур (рассада, выгонка, доращивание и др.)
4. В России эта отрасль молодая, но интенсивно развивающаяся. Так в Китае овощеводством занимаются 5 тысяч лет, у нас только 5 веков.

Классификация овощей по продолжительности жизни:

Однолетники – монокарпики, цветут раз в жизни после плодоношения отмирают. Используют вегетативные части (листья, стебли, корнеплоды) и генеративные (соцветия, плоды).

Двулетники – монокарпики, но для полного цикла онтогенеза им требуется два вегетационных периода. Первый год – корнеплод, кочан, луковица. Второй год – семена, плоды.

Многолетники – поликарпические растения (многократно цветут и плодоносят, образуя органы отложения запасных питательных веществ – корневища, корнеплоды, луковица) В пищу идут листья (щавель, лук), черешки листьев (ревень), побеги (спаржа), корневища (хрен), соцветие (артишок).

Период вегетации – время в течение которого растения могут расти и развиваться согласно метеорологическим условиям года.

Вегетационный период – время от появления всходов до уборки урожая овощной продукции или семян.

Рост – это процесс новообразования элементов структуры организма, часто связанный с увеличением размеров и массы растений.

Развитие – изменения в новообразовании элементов структуры, обусловленные прохождением организмом жизненного цикла, приводящие к появлению генеративных органов, цветению и плодоношению.

Центры происхождения овощей по Н.И. Вавилову

Китайский (умеренные и субтропические районы Китая, часть Тайваня, Корея, Япония) – баклажан мелкоплодный, китайская и пекинская капуста, лук батун, лук душистый, крупноплодный огурец, редька, ревень, чеснок китайский и др.

Индийский (Бангладеш, Бирма, Индия, Индокитай, острова Юго-Восточной Азии) – базилик, баклажан мелкоплодный, огурец, индийский салат.

Среднеазиатский (Афганистан, Северозападная часть Индии, Пакистан, Таджикистан, Узбекистан) – азиатские формы моркови, горох, дыня, лук репчатый, редис, чеснок, шпинат.

Переднеазиатский (Закавказье, Ирак, Иран, Сирия, Турция, горная часть Туркмении) – дыня, кресс-салат, лук–порей, морковь (антоциановые сорта), петрушка, репа, салат.

Среднеземноморский (побережье Средиземного моря в Европе и Африке) Из этого центра происходит более 30 видов овощей, в том числе, анис, артишок, брюква, горох, виды капусты, лук–порей, шнитт-лук, морковь, петрушка, пастернак, репа, ревень, салат, свекла, селдерей, спаржа, укроп, фенхель, чеснок, шавель и др.

Абиссинский (Эфиопия) – арбуз, бамия, боб, горох, лук-шалот, овощная горчица.

Южномексиканский и Центральноамериканский – батат, кукуруза, перец, томат, тыква мускатная, тыква обыкновенная, физалис, фасоль, чайот.

Южноамериканский (Перуано-Эквадоро-Боливийский) – перец, тыква крупноплодная, томат.

Знания мест происхождения овощных растений, почвенно-климатических условий произрастания предков позволяет обосновать многие биологические особенности растений и их агротехнику возделывания.

Отношение овощей к факторам среды

Весной ведущий фактор – тепло

в начале лета – влажность воздуха

летом – влажность почвы

в осенне-зимний период – освещенность

Тепловой режим

Различают: морозостойкие, холодостойкие, полухолодостойкие, теплолюбивые, жаростойкие и др. растения.

Для каждой фазы роста нужна своя оптимальная температура

- прорастание семян на 4-7^{0}С выше оптимума
- появление всходов, для роста корней необходима более низкая температура, сдерживается вытягивание

- с появлением первых листьев и началом активной ассимиляции CO_2 нужна более высокая температура
- накопление запасных питательных веществ снижают температуру на $1\text{-}3^0C$
- переход из вегетативного состояния в генеративное у двухлетних и многолетних - необходимо воздействие низких положительных температур.

Способы регулирования теплового режима:

- термическая подготовка семян и рассады
- защита от заморозков (и перегрева):
  -высаживают на южных склонах
  -поливы водой
  -дымление
  -кулисные посевы и посадки
  -создание тумана
  -выращивание в защищенном грунте (теплицы, парники, укрытия)
- подбор сроков выращивания (весенний, летний, подзимние посевы)
- мульчирование
- подбор сортов и культур

Световой режим

Свет не нужен для набухания и прорастания семян

При появлении всходов потребность наивысшая.

После образования листьев потребность снижается

С появление генеративных органов снова возрастает.

Для фотосинтеза наибольшее значение имеют видимые лучи солнечного спектра (380-710нм ФАР – фото синтетически активная радиация)

По отношению к длине дня различают растения длинного дня – выходцы из умеренных широт, переходят к плодоношению при длине дня 14-17ч, при коротком дне (10-12ч) замедляется формирование репродуктивных органов.

Растения короткого дня – выходцы из тропиков, им достаточно 10-12ч дня.

Есть растения нейтральные по отношению к этому фактору.

Регулирование светового режима: (аналогично регулированию тепла)

- выбор участка
- выбор сроков посева
- создание кулис
- густота насаждений
- засоренность участка
- направления рядков

- искусственное освещение

Воздушно-газовый режим

Для нормального фотосинтеза в воздухе должно содержаться 0,02-0,03% CO_2

Максимальный урожай возможен при концентрации CO_2 1%

Увеличение концентрации в 10-20 раз на урожай влияет меньше

Более 1% CO_2 в воздухе может привести к отравлению растений.

При концентрации менее 0,01% приостанавливается фотосинтез

Способы регулирования воздушного режима:

- устройство гряд, гребней
- внесение органических удобрений
- своевременное рыхление почвы
- кулисные посевы и посадки
- в парниках, теплицах, искусственное обогащение воздуха углекислым газом, с помощью жидкого и твердого сухого льда, сжигания природного газа, разложения навоза
- для формирования женских соцветий у огурца рассаду обрабатывают ацетиленом (газация)
- газация этиленом – проводится для созревания красных плодов томатов
- загазованность среды токсичными газами приводит к ожогам и отравлениям растений.

Водный режим

Овощи очень насыщены водой до 75-95%

Коэффициент транспирации – количество воды, расходуемое растением на образование единицы сухой массы (у овощей равен 300-800кг)

Коэффициент водопотребления – количество воды, расходуемое растениями и почвой на создание одной тонны товарного урожая (25-300$м^3$).

Все овощные культуры наиболее требовательны к воде при:

- набухании и прорастании семян
- высадке рассады в почву
- образовании плодов и плодоношении

Основной метод создания благоприятного водного режима – искусственное орошение

Режим питания

Овощи – также нуждаются в основных элементах питания NPK, макро- и микроэлементах.

Благоприятный режим достигается внесением минеральных удобрений и севооборотом

Распространенный овощной севооборот:

1) капуста, огурцы, кабачки + много органики

2) томаты, перец, баклажаны, лук, чеснок, зеленные

3) морковь, свекла, петрушка, пастернак, редька, брюква + минеральные удобрения

4) ранний картофель + органика + минеральные удобрения

Признаки недостатка питательных элементов:

N: замедленный рост, листья бледно-зеленые, затем желтеют, начиная с жилок. Плоды огурца с заостренным загнутым кончиком

P: листья тусклые, темно-зеленые, затем фиолетово-красные, при засыхании чернеют

K: листья желтеют между жилками, появляется желтая кайма по краям листьев, позже цвет становится буро-коричневым, ткань листа рассыпается

У свеклы и огурца листья куполообразной формы, плоды огурца грушевидные.

Mg: пестрота листьев, ткань листьев между жилками желтая, красная, фиолетовая. У томата коричневые пятна между жилками листа, у огурца буреют края листьев.

B: отмирание точек роста, опадание цветков, ломкость черешков листьев, побурение головок у цветной капусты, загнивание сердцевины у свеклы, вогнутая форма листьев у огурца.

Mn: мелкие светло-желтые пятна, листья ломкие

Cu: кончики молодых листьев белеют, края становятся желтовато-серыми

Mo: листья капустных становятся пятнистыми, края заворачиваются и завядают, молодые центральные листья закручиваются в спираль

Интенсивные технологии выращивания овощей:

- подзимний сев
- уплотненный посев (уплотнители – скороспелые, не требующие большой площади питания растения – редис, салат, укроп, или высокорослые для создания защитных кулис).
- повторные посевы, повторное выращивание на одном и том же участке культуры с различной продолжительностью вегетации, каждая из которых успевает дать хороший урожай.
- выращивание овощей в сооружениях защищенного грунта

Сооружения защищенного грунта

Защищенный грунт – это земельный участок или специальное сооружение с искусственно созданным благоприятным для растений микроклиматом.

Овощеводство защищенного грунта решает три ***задачи***:

1) производство овощей во время, когда они не могут поступать из открытого грунта

2) подготовка рассады для открытого грунта, что позволяет получать ранние овощи в открытом грунте, и выращивать требовательные к теплу культуры в более северных районах.

3) расширение ассортимента овощных культур

Применяют специфические ***приемы***:

выгонка – получение ранней зелени петрушки, сельдерея, свеклы, лука, спаржи.

доращивание – перенос культур с открытого грунта в закрытый с наступлением холодов

дозаривание – плодов не успевших дозреть

Особенности защищенного грунта:

1. Наличие технической базы, позволяющей создать искусственные условия;
2. Небольшие земельные площади
3. Интенсивное использование площадей
4. Получение высоких урожаев в оптимальных условиях
5. Сочетание больших затрат ручного труда с применением механизации, электричества, автоматизации;
6. Высокая себестоимость продукции
7. Сложная техника и агротехника выращивания требует высокой квалификации работников.

Свето- прозрачные материалы их особенности:

Стекло

+ пропускает видимый свет, не пропускает инфракрасные, тепловые и ультрафиолетовые лучи, хорошо удерживает тепло.

+ долговечный

+ не меняет линейных размеров

- хрупкий

- тяжелый

Полимерные пленки

+ пропускают ультрафиолетовые лучи (формируются больше витаминов)

+ легкий

+ эластичные

- не долговечный

- меняет физические параметры

- меньше держат тепло

Виды пленок – полиэтиленовые, стабилизированные, армированные, теплоудерживающие, гидрофильные (конденсированная влага без образования капель стекает к краям, сокращая тепло потери), поливинилхлоридные (сочетает оптические свойства стекла и пленки, но на морозе трескается)

Нетканый укрывной материал типа Агрил, и Спонбанд

+ пропускает видимый свет, хорошо их рассеивает

+ пропускает воздух, влагу, не образуя конденсата (меньше грибков и вирусов).

Типы сооружений защищенного грунта:

Утепленный грунт:

- защищенные участки

- простейшие сооружения с обогревом или без, для выращивания ранней продукции и рассады.

культивационные сооружения:

- парники

- теплицы

Не обогреваемый грунт:

- открытые и холодные рассадники

- холодные рассадные гряды

- малогабаритные пленочные укрытия, обычно на ночь закрываются непрозрачными матами.

Обогреваемый утепленный грунт:

- с биологическим обогревом (паровые ямы, кучи, гребни, гряды, теплые рассадники)

- с техническим обогревом (источник тепла горячая вода (35-40^{0}С) или электрическая энергия).

Парники - низкие сооружения, покрытые стеклянными и пленочными рамами.

Теплицы - сооружения большого объема, с возможностью работать внутри, для выращивания ранней и внесезонной овощной продукции и рассады. Состоят из фундамента, каркаса, боковых и торцевых стен, остекленной кровли. Внутреннее оборудование включает: систему отопления, вентиляции, водоснабжения, стеллажи.

Выращивание культур на искусственных субстратах.

Эти методы актуальны в крупных городах, заполярье, пустыне, и высокогорье, возможно в космосе.

Гидропоника – на инертных минеральных или органических субстратах, периодически смачиваемых питательными растворами:

Агрегатопоника – выращивание растений на твердых, минеральных, инертных субстратах (гравий, гранитная щебенка, песок, керамзит, минеральная вата и др.);

Хемопоника – выращивание на субстратах растительного происхождения (верховой торф, древесные опилки, древесная кора, мох);

Ионитопониека – выращивание овощей на ионообменных смолах насыщенных питательными веществами, которые находятся в поглощенном, но доступном для растений состоянии.

Водная культура – на водных, питательных растворах, непосредственно в которые погружены корни растений (без субстратов).

Аэропоника – выращивание растений во влажном воздухе. Питательные вещества подаются в виде тумана.

Выращивание рассады для открытого грунта.

Рассада – это молодые растения, предназначенные для последующей пересадки на постоянное место в открытый или защищенный грунт.

Ранняя рассада: высевается с конца февраля до 10 марта (томаты, перец, баклажаны, ранняя капуста, цветная капуста)

Средняя рассада: посев с 15 марта по 10 апреля (поздняя капуста, томат, перец, баклажан, брокколи, кольраби, брюссельская капуста, цветная капуста)

Поздняя рассада: посев с 20апреля по 20 мая (капуста, огурец, кабачок, патиссон, тыква, арбуз, дыня).

Выращивание рассады для открытого грунта:

-позволяет получить гарантированный урожай теплолюбивых культур с продолжительным вегетационным периодом (томат, перец, баклажан, арбуз, дыня и др.).

-ускоряется созревание и удлиняется период плодоношения (капусты, салата, огурцов, тыквы, лука-порея, сельдерея, ревеня и др.)

Способы выращивания: на питательном субстрате (в теплице, в парнике), в насыпных ящиках, горшочках, в питательных кубиках (торфо-перегнойные, перегнойно-земляные).

Пересадка растений в фазе семядолей, первого, второго настоящего листа называется ***пикировкой***. Для пикировки пользуются пикировальным колышком или планкой (доской).

Загущенный посев для последующей пикировки называется ***школой сеянцев***.

Требования к пикировке:

1. За час до пикировки сеянцы поливают, подкапывают и осторожно выбирают вместе с почвой, чтобы не повредить корни.
2. Пикируют только здоровые, крепкие сеянцы, остальных бракуют.
3. Сеянцы берут за семядольные листочки, а не за стебель, который можно легко повредить.
4. В почву погружают до основания семядольных листочков
5. Корешок сеянца не должен загибаться кверху, длинные корешки можно прищипнуть.
6. Почва должна плотно прилегать к корешкам и к подсемядольному колену сеянцев. Для этого хорошо уплотняют и поливают, чтобы почва осела и прилегла к корешкам.

7. После пикировки сеянцы 2-3 дня притеняют и ограничивают вентиляцию.

Плодоводство

Плодоводство – отрасль сельского хозяйства, в которой объектами культуры являются многолетние деревья, кустарники, и травянистые растения, дающие съедобные и пригодные для технической переработки плоды и ягоды. В быту мы называем их фрукты. Также отрасль науки, изучающая закономерности роста, развития, размножения и плодоношения плодовых и ягодных растений, разрабатывающая технологии получения ежегодных высоких урожаев.

Плодовые культуры выращивают более 10 тысяч лет. Промышленное садоводство развито в России в Краснодарском, Ставропольском краях, Центрально-Черноземной и Нечерноземной зонах. Потребность населения не удовлетворяет. Преобладает экспорт.

Помология – (лат. pomum – плод, греч. logos – наука) сортоведение, наука о сортах плодовых и ягодных культур. Занимается производственно-биологическим изучением и районированием сортов, их интродукцией, разрабатывает сортовые классификации. Основоположник помологии русский ученый А.Т. Болотов.

Формы изучения сортов:

1. первичное – в помологических садах научных учреждений
2. государственное – сортоиспытание наиболее перспективных сортов на государственных сортоучастках
3. производственное сортоиспытание перспективных сортов в колхозах и совхозах, плодовых питомниках.

Основные помологические сады:

1. Бирюлево Всероссийский институт садоводства им. Мичурина НИИ садоводства Нечерноземной зоны.
2. Кишинев Молдавский НИИ садоводства
3. Ташкент НИИ плодоводства им. Шредера.

Плоды – видоизмененная после оплодотворения завязь с покоящимися внутри семенами.

Настоящие плоды – плоды образованные только из завязи:

- ягода

а) сплошь мясистая покрытая тонкой плотной кожицей (смородина, крыжовник, рябина, хурма)

б) кожистая – у цитрусовых, наружная кожица несъедобная, а съедобная внутренняя часть образована выростами стенки плодолистика.

- костянка у косточковых
- орех – у фундука, лещины, каштана.

Ложные плоды – в образовании участвуют завязь и цветоложе или околоцветник:

- яблоко у яблони, груши, айвы, маслины.

- ложная костянка у грецкого ореха.

Сборные плоды – плоды образованные большим количеством завязей, расположенных тесно на общем цветоложе:

- сборная костянка у малины и ежевики (плоды сочные, соединенные в единый плод)

- сборная семянка у земляники и клубники (плоды сухие и несъедобные семянки, сочное цветоложе).

Соплодия – сложные плоды, образованные срастанием цветков целых соцветий (инжир, шелковица, жимолость съедобная). У многих культивируемых растений плоды могут образовываться без оплодотворения, партенокарпически, бессемянные (яблоня, груша, мандарин, лимон, инжир).

По происхождению, ботанической характеристике и технологиям выращивания все формы и разновидности плодовых растений разделены на шесть производственно-биологических групп: семечковые, косточковые, ягодные, орехоплодные, субтропические, тропические.

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.

Рекомендуется для студентов, обучающихся по специальности 020206 Генетика.

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).

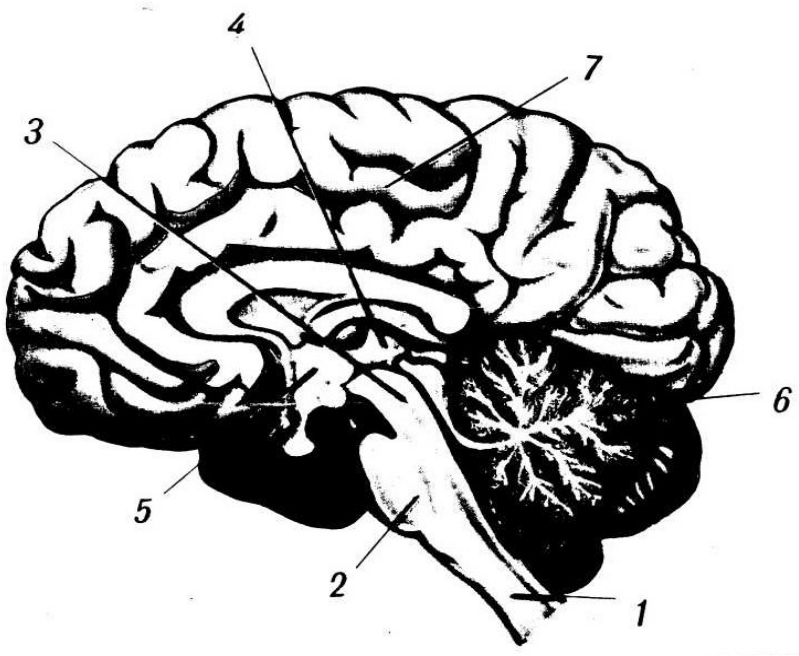


Рис. 1. Схема строения головного мозга: 1 – продолговатый мозг; 2 – мост; 3 – средний мозг; 4, 5, – промежуточный мозг (4 – таламус, 5 – гипоталамус); 6 – мозжечок; 7 – кора больших полушарий

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.

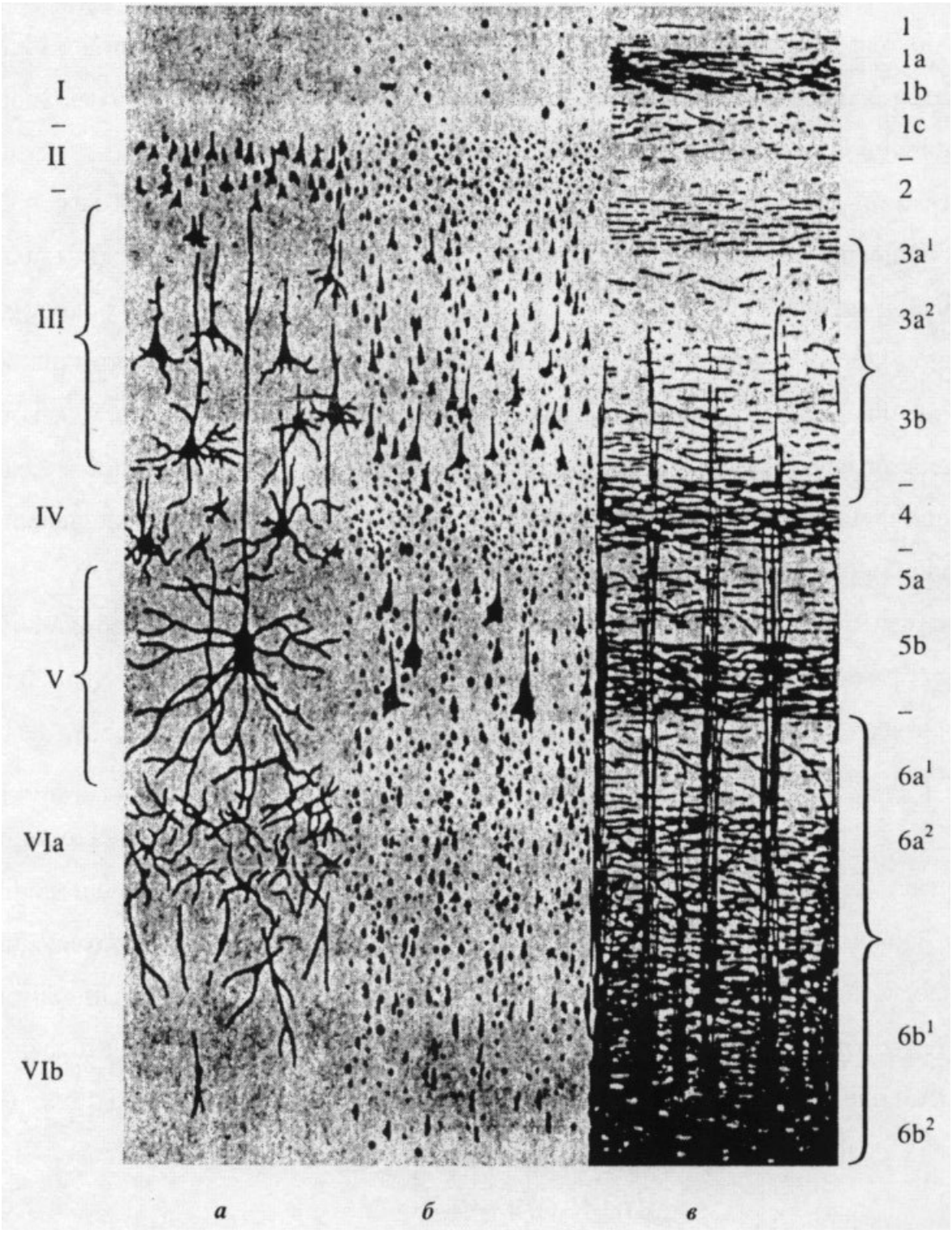


Рис. 2. Полусхематичное изображение слоев коры головного мозга (по К. Brodmann, Vogt, с изменениями): *а* – основные типы нервных клеток (окраска по Гольджи); *б* – тела нейронов (окраска по Нисслю); *в* – общее расположение волокон (миелиновых оболочек). Слои пронумерованы от поверхности вглубь. Приведены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

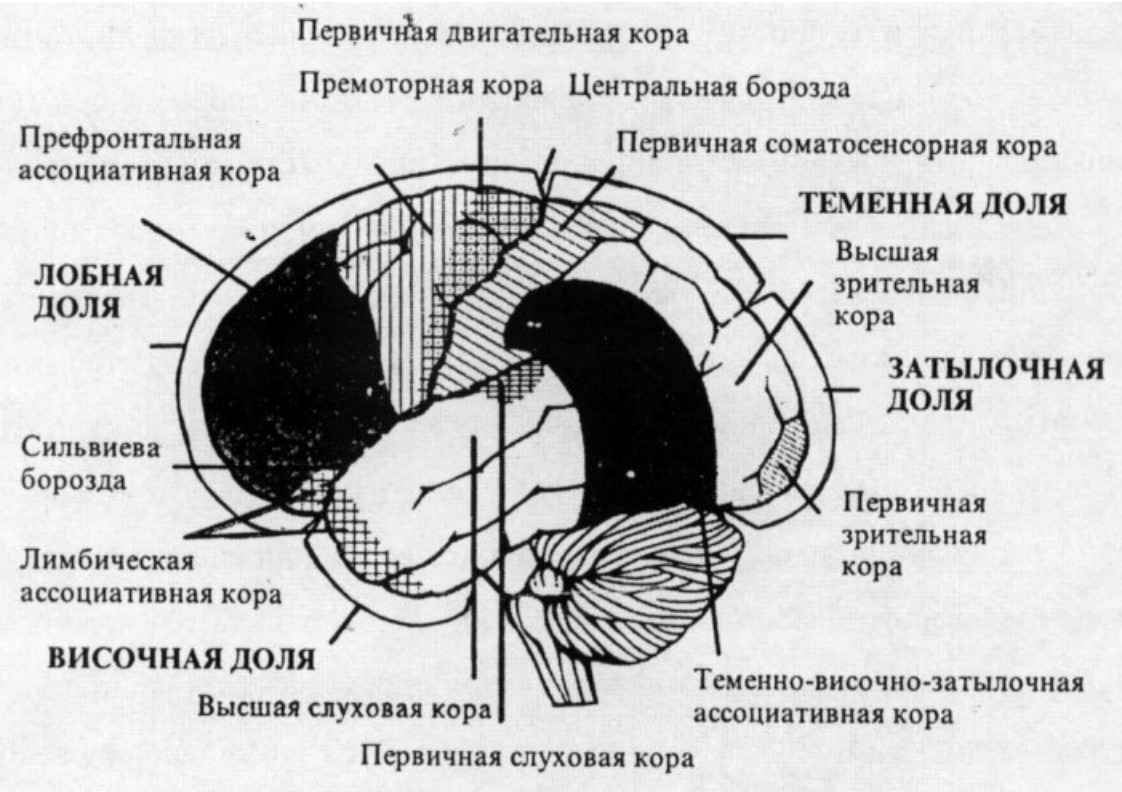


Рис. 3. Четыре основные доли коры головного мозга (лобная, височная, теменная и затылочная)

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.

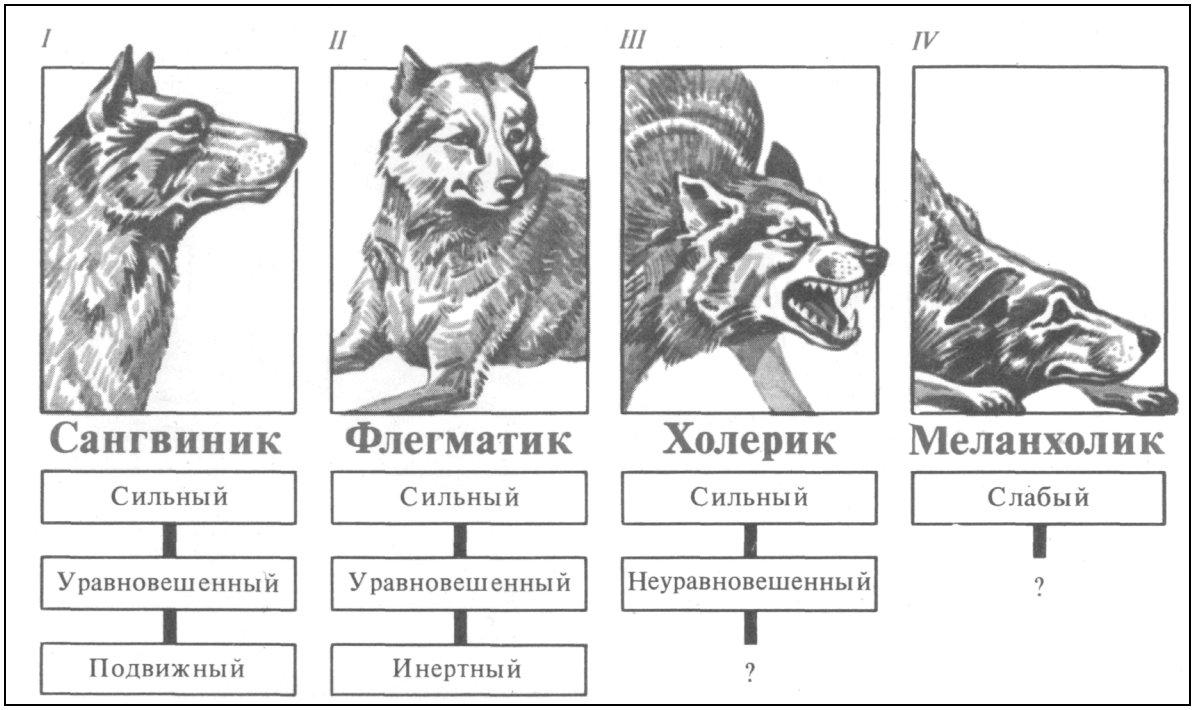


Рис. 4. Типы ВНД у животных, по И.П.Павлову (I, II, III, IV).
Примечание. Типологическая классификация Гиппократа: сангвиник (с преобладанием крови), флегматик (с преобладанием слизи), холерик (с преобладанием желчи), меланхолик (с преобладанием черной желчи)

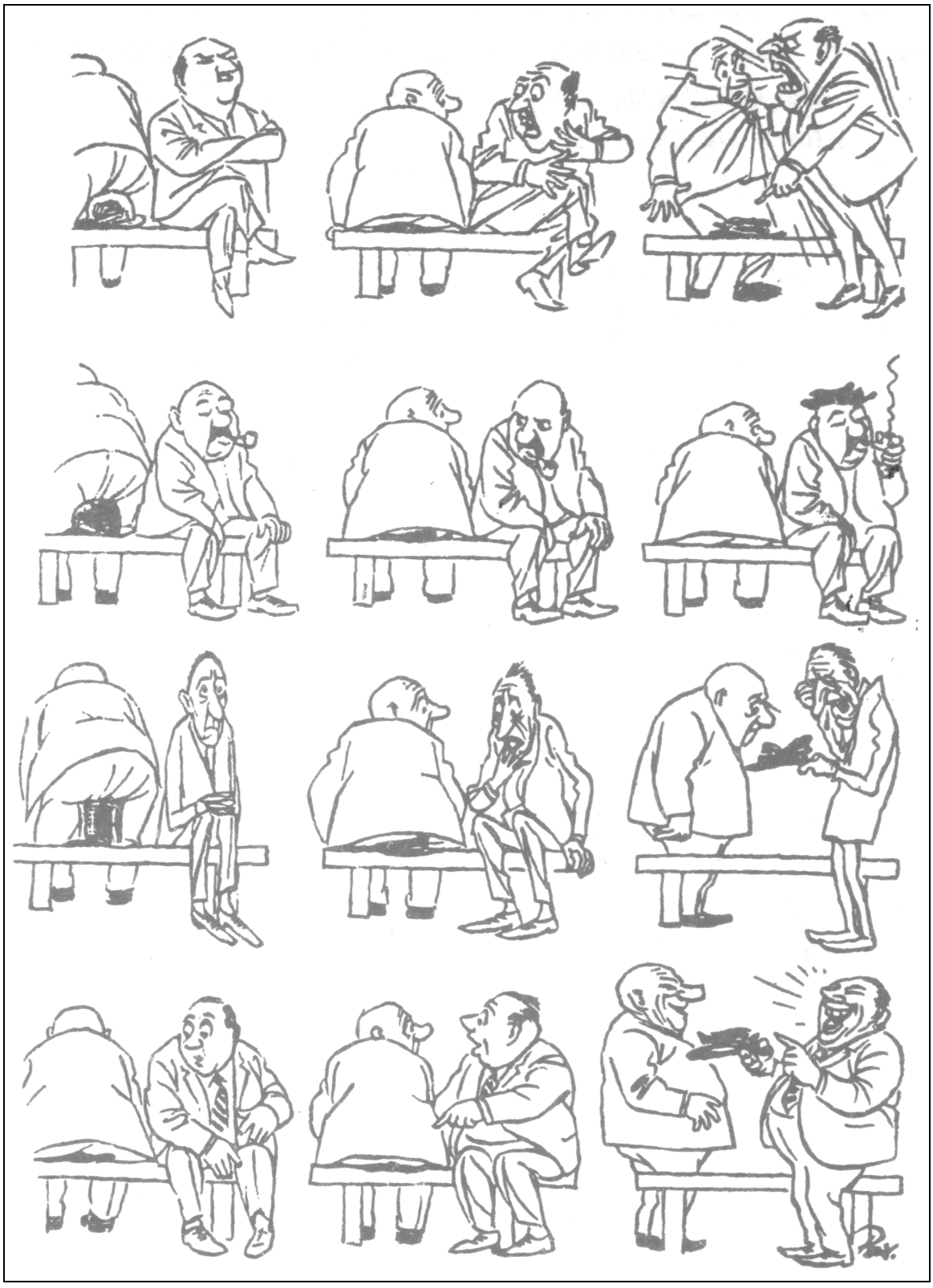


Рис. 5. Реакция человека с сангвиническим, флегматическим, меланхолическим и холерическим темпераментом на одно и то же событие (по Х.Бидструпу, 1974)

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.

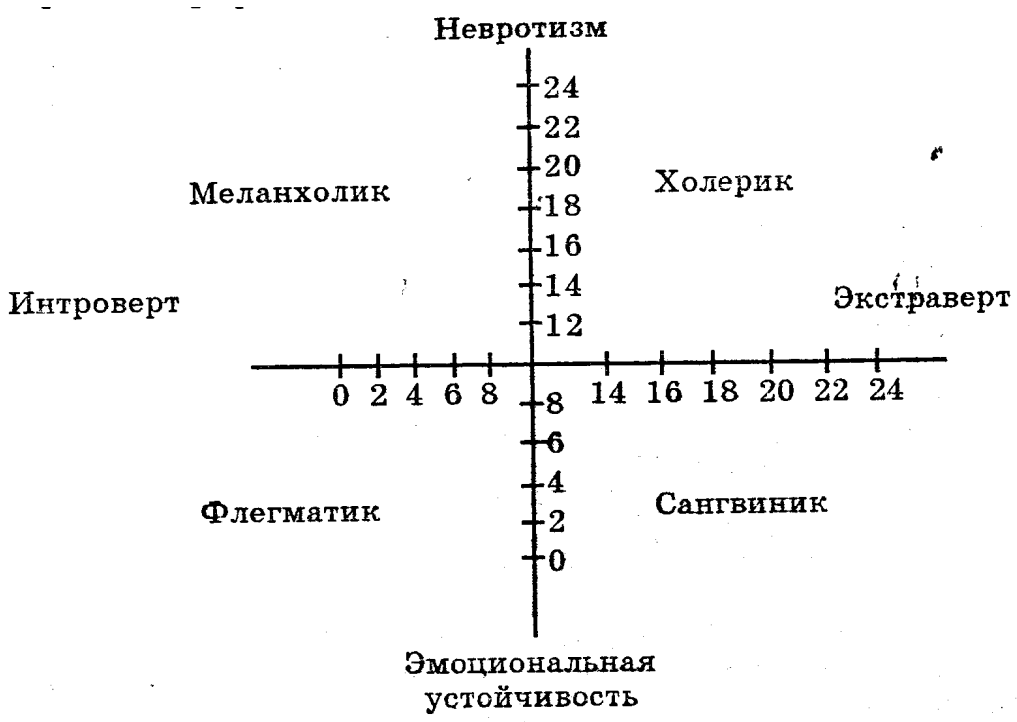


Рис.6. График к опроснику Айзенка

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

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

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.

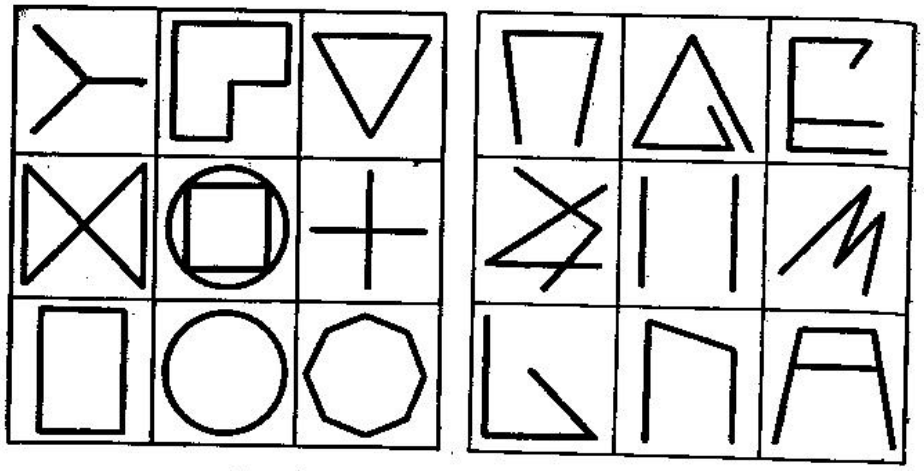


Рис.7. Фигуры для проверки памяти:
слева – на узнавание; справа – на воспроизведение

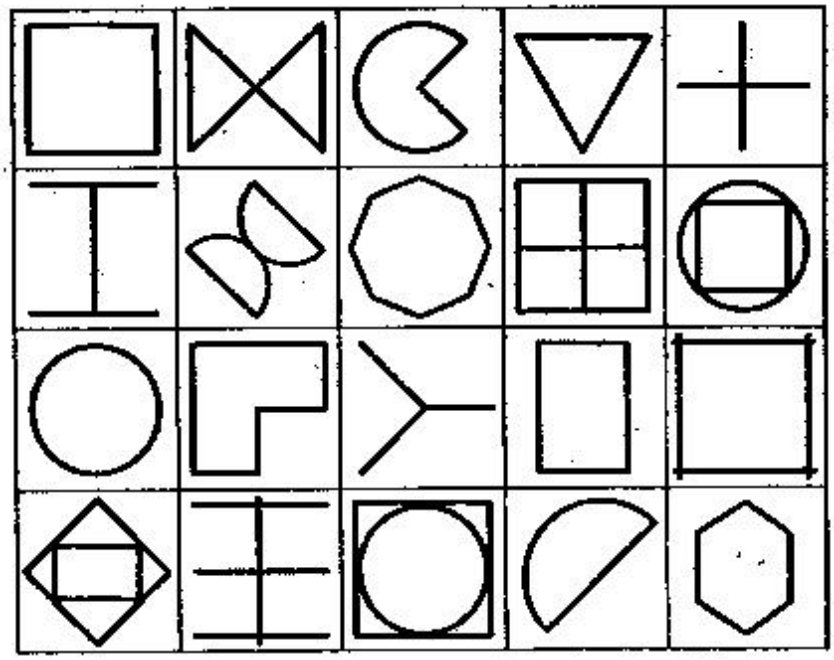


Рис.8. Таблица для проверки памяти на узнавание

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.

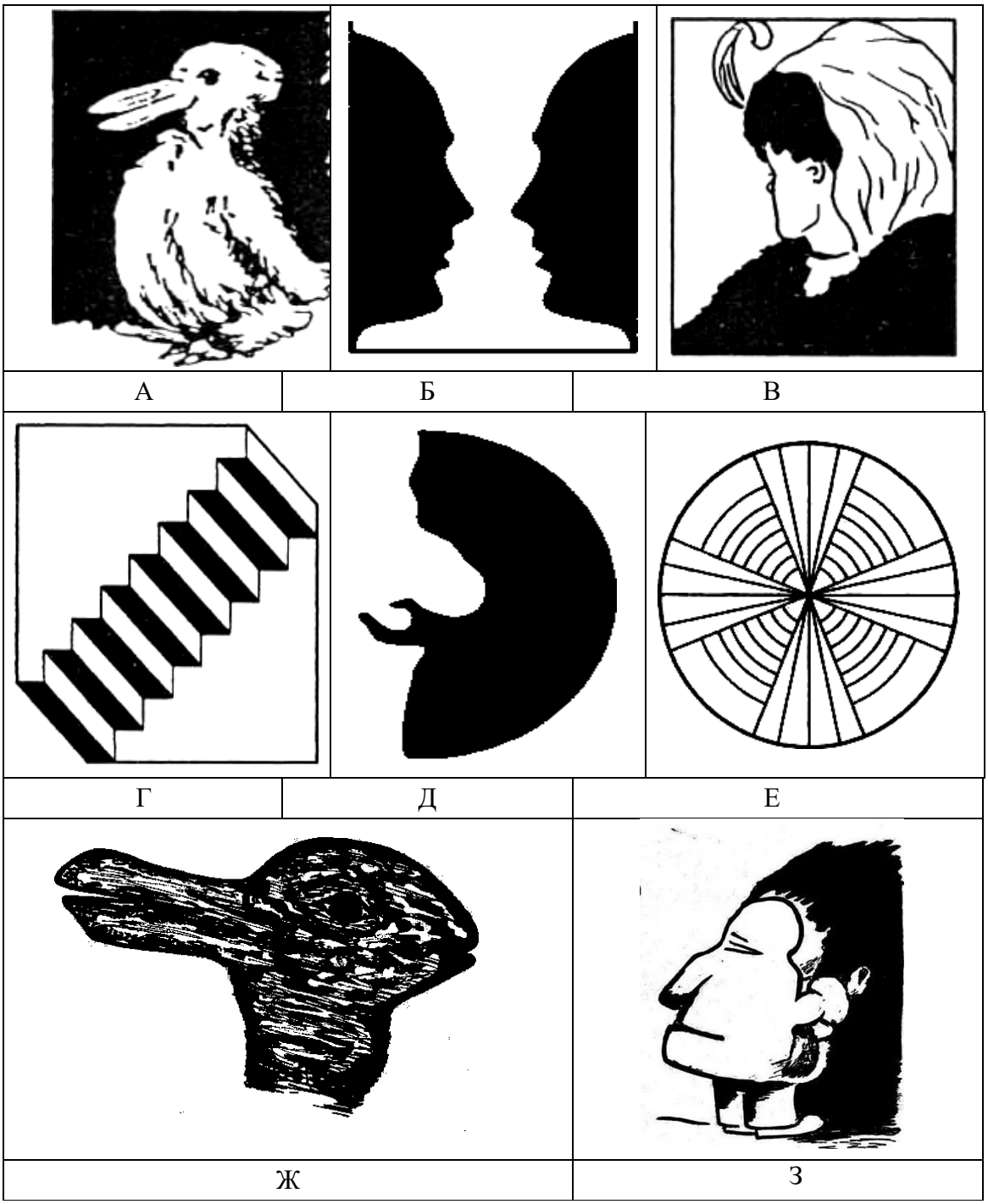


Рис. 6. Двойственные изображения: А) заяц – утка; Б) два профиля – ваза; В) молодая и старая женщины; Г) карниз – лестница; Д) профиль человека – нищенка; Е) крест из радиальных полосок и крест из концентрических дуг; Ж) кролик – утка; З) мужской профиль – эскимос

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.

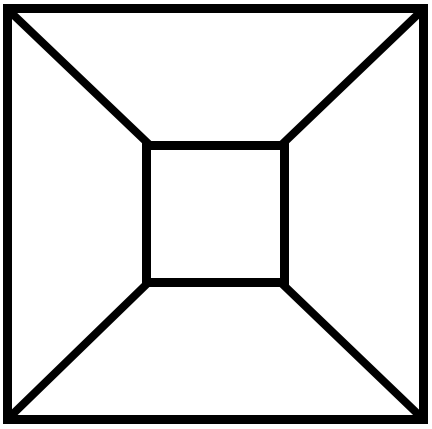


Рис.7. Рисунок проекции усеченной пирамиды для определения величины колебания внимания

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.

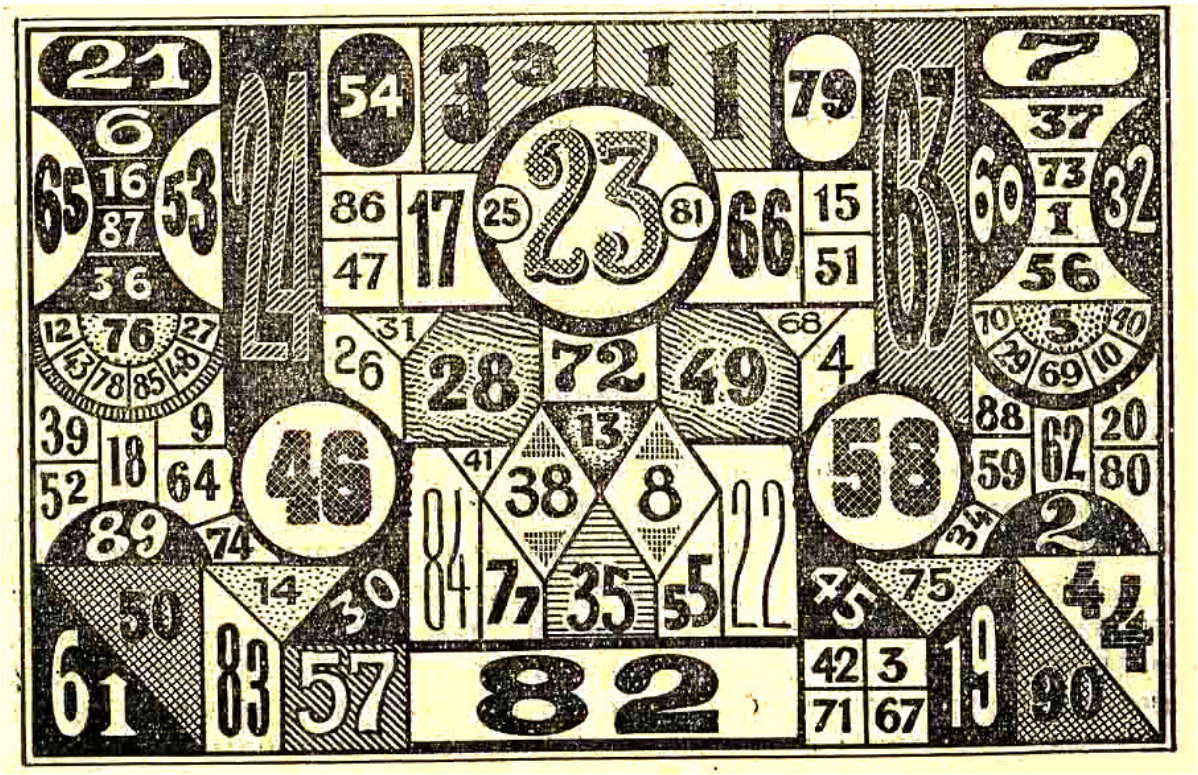


Рис. 8. Карта цифр для определения степени устойчивости внимания

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.

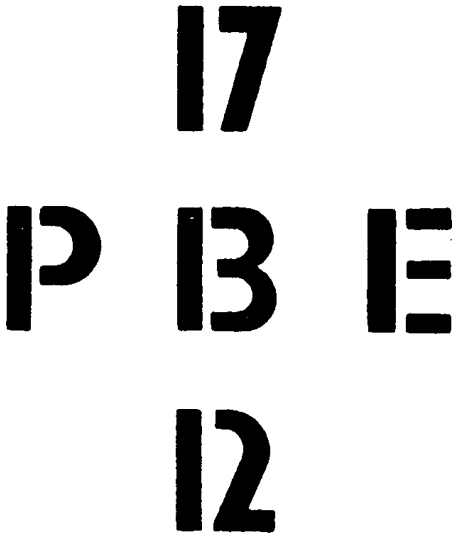


Рис. 9. Буква-цифра

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.***

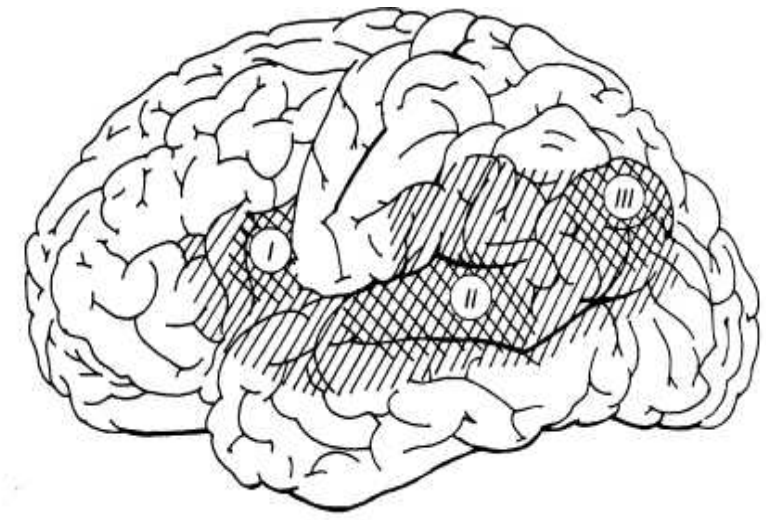


Рис. 10. Топографическое расположение моторного (зона Брока, I), слухового (зона Вернике, II) и зрительного (III) центров речи левого полушария мозга

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

ФАЗЛУТДИНОВА А.И.

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

Учебно-методическое пособие

Уфа 2008

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. М.АКМУЛЛЫ

Фазлутдинова А.И.

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

Учебно-методическое пособие

Уфа 2008

УДК
ББК
К

Печатается по решению
редакционно-издательского совета
Башкирского государственного
педагогического университета
им. М. Акмуллы

Фазлутдинова А.И. Лабораторный практикум по физиологии растений: Учебно-методическое пособие. - Уфа: Изд-во БГПУ им. М. Акмуллы, 2008. – с.

Пособие представляет собой руководство для самостоятельной подготовки и выполнения лабораторных работ по дисциплине «Физиология растений». Разделы пособия и подбор лабораторных работ определены общеобразовательной программой по физиологии растений. В каждом разделе пособия приведены описания лабораторных работ, даны методические указания к выполнению опытов и описания приборов необходимых, для выполнения того или иного эксперимента. В конце каждого раздела помещены контрольные вопросы, необходимые для закрепления полученных знаний приобретенных во время проведения лабораторных работ.

Пособие предназначено для студентов биологических специальностей вузов, а также учителям школ и педагогам дополнительного образования для проведения учебного эксперимента на уроках биологии.

Рецензенты: Рахманкулова З.Ф., д.б.н., профессор (БГУ)
Абросимова О.А., к.б.н., доц. (БГПУ им. М.Акмуллы)

с Издательство БГПУ, 2008 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Физиология растений» дает фундаментальное представление о функциональных особенностях растительного организма. Целью дисциплины является изучение общих закономерностей и конкретных механизмов, лежащих в основе жизнедеятельности растений. В задачи дисциплины входит изучение функций растительных организмов для понимания анатомических и морфологических особенностей растений на основе современных достижений науки, а также информация о месте отдельных молекулярных механизмов в метаболизме растительной клетки и их роли в регуляции жизни растения.

Изучение дисциплины ведет к формированию у студента естественнонаучного мировоззрения на базе понятий, как о своеобразии жизни растений, так и об общих закономерностях организации всего живого и способствует активизации знаний студентов в области химии и физики и позволит применить их при изучении жизни растений. «Физиология растений» дает представление о теоретических основах экологии растений, системе охраны окружающей среды, основ агрохимии и рационального сельского хозяйства и позволяет исследовать пути применения биотехнологических производств на базе растений.

Пособие состоит из нескольких разделов, каждый из которых включает в себя несколько лабораторных работ, соответствующих определенной теме учебного плана. В конце каждой работы приведены контрольные вопросы и задания, на которые должен ответить студент, после выполнения практической работы. Приведенные в пособии лабораторные работы направлены на развитие навыков постановки вопроса и его разрешения при помощи эксперимента, так как каждый опыт сопровождается наблюдением и количественным или качественным учетом и представляет собой небольшое законченное исследование. В результате проведенной работы студенту необходимо суметь обсудить результаты своего опыта, сделать соответствующие выводы и связать полученные в ходе эксперимента знания с теоретической базой, которую он получил на лекциях и в ходе самостоятельного освоения дисциплины. Для выполнения этой части работы подразумевается проведение коллоквиумов, где студент совместно с дру-

гими студентами и преподавателем имеет возможность обсудить каждый раздел дисциплины. Для этого в пособии предусмотрены вопросы и задания для коллоквиума и список рекомендуемой литературы.

Требования к уровню освоения содержания дисциплины. В целом, в результате изучения дисциплины «Физиология растений» студенты должны: иметь представления на молекулярном, клеточном и организменном уровнях как об отдельных функциях растительного организма – фотосинтезе, дыхании, минеральном питании, водном режиме, так и об интеграции этих процессов и в росте и развитии растений и механизмах адаптации к изменяющимся условиям среды; знать историю формирования отдельных представлений в области физиологии растений и описание классических экспериментов; представлять специфические особенности растений в сравнении с животными; овладеть методикой постановки опытов по физиологии растений и навыкам исследовательской работы; применять теоретические знания по физиологии растений и уметь ставить простейшие опыты в условиях школы.

Рекомендации по использованию данного методического пособия.

1. Ознакомиться со структурой пособия.
2. Внимательно прочитать пояснительную записку, чтобы представить себе весь объем работы.
3. Ознакомиться со всеми разделами, отметить наиболее сложные для вас темы и обратить на них особое внимание.
4. Просмотреть список рекомендуемой литературы.
5. Познакомиться с темами контрольных вопросов к коллоквиуму.
6. Перед выполнением лабораторных работ следует внимательно ознакомиться с ходом работы, отметить для себя неясные вопросы, сформулировать цель эксперимента. После выполнения опытов записать результаты и сделать выводы.
7. Проверить степень усвоения материала с помощью предложенных контрольных вопросов и заданий.

РАЗДЕЛ 1. ФИЗИОЛОГИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ

1.1. ПОГЛОЩЕНИЕ ВЕЩЕСТВ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКОЙ

Лабораторная работа № 1.
Явление плазмолиза и деплазмолиза

Материалы и оборудование. Лук сорта «Кармен» или лист традесканции, лезвие бритвы, предметные и покровные стекла, стеклянная палочка, препаровальная игла, пинцет, микроскоп, стакан с водой, 1М раствор сахарозы, фильтровальная бумага, спиртовка.

Ход работы. Сделать бритвой срез эпидермиса объекта исследования, клетки которого содержат антоциан. Во избежании повреждения клеток эпидермиса желательно, чтобы срезы состояли из двух слоев клеток.

Поместить срез в капле воды на предметное стекло и рассмотреть его в микроскоп. Затем заменить воду на 1М раствор сахарозы, для чего нанести на предметное стекло рядом сосрезом большую каплю раствора и отсосать воду кусочком фильтровальной бумаги, прикладывая ее с другой стороны среза. Повторить этот прием 2-3 раза до полной замены воды раствором. Все это время продолжать следить в микроскоп за состоянием клетки.

Через 15-20 минут, когда плазмолиз станет хорошо заметен, ввести в срез каплю воды, отсасывая раствор фильтровальной бумагой, при этом наблюдая в микроскоп изменения происходящие в клетке.

Приготовить второй срез эпидермиса, поместить его в большую каплю воды и нагреть препарат над пламенем спиртовки (нагрев осуществлять осторожно, не допуская полного испарения воды). После чего отсосать оставшуюся в препарате воду фильтровальной бумагой и нанести на срез каплю 1М раствора сахарозы, рассмотреть препарат в микроскоп и установить происходит ли в данном случае плазмолиз.

Записать результаты наблюдений и выводы, сделать рисунки клеток в воде и после пребывания в растворе.

Контрольные вопросы.

1. Каковы причины возникновения плазмолиза в растительных клетках?
2. Каким образом происходит деплазмолиз?
3. Способны ли плазмолизироваться мертвые клетки?
4. Какие формы плазмолиза Вы знаете?

Лабораторная работа № 2.
Определение вязкости цитоплазмы по времени плазмолиза

Материалы и оборудование. Лук сорта «Кармен», лист традесканции, капуста краснокачанная, лезвие бритвы, предметные и покровные стекла, стеклянная палочка, препаровальная игла, пинцет, микроскоп, 1М раствор сахарозы, фильтровальная бумага.

Ход работы. Под временем плазмолиза подразумевается промежуток времени (в минутах) с момента погружения ткани растения в гипертонический раствор до наступления первых признаков выпуклого плазмолиза в клетках. Время плазмолиза зависит от вязкости цитоплазмы клетки: чем меньше вязкость цитоплазмы, тем легче она отстает от клеточной стенки и тем быстрее вогнутый плазмолиз переходит в выпуклый.

Срезы эпидермиса лука, традесканции и капусты поместить в каплю сахарозы. Отметить время погружения исследуемых объектов в раствор. Рассматривая препараты под микроскопом (с интервалом в 2 минуты с начала эксперимента) определить время плазмолиза.

Результаты опыта занести в таблицу, сформулировать выводы.

Растение	Время погружения, мин	Начало уголкового плазмолиза, мин	Начало вогнутого плазмолиза, мин	Время плазмолиза, мин
Лук				
Традесканция				
Капуста				

Контрольные вопросы.

1. От каких факторов зависит вязкость цитоплазмы?
2. Почему разные виды растений имеют разное время плазмолиза?
3. Является ли степень вязкости цитоплазмы одним из приспособительных механизмов к неблагоприятным факторам среды? Если да, то почему?

Лабораторная работа № 3.
Влияние ионов калия и кальция на форму и время плазмолиза

Материалы и оборудование. Лук сорта «Кармен», лезвие бритвы, предметные и покровные стекла, стеклянная палочка, препаровальная игла, пинцет, микроскоп, растворы: $Ca(NO_3)_2$, KNO_3, фильтровальная бумага.

Ход работы. Катионы солей оказывают специфическое воздействие на цитоплазму. В одном случае сократившийся протопласт образует на своих полюсах набухшие участки – колпачки, которые располагаются по обе стороны вакуоли (от поперечных стенок протопласт отходит быстрее, чем от продольных, так как поверхность этих стенок меньше). Образова-

ние колпачков свидетельствует о проницаемости цитоплазмы для ионов K^+ и накоплении их в мезоплазме: ионы K^+ способствуют набуханию цитоплазмы и уменьшению ее вязкости.

Ионы кальция также проникают через плазмалемму и накапливаются в мезоплазме. Они оказывают на цитоплазму противоположное действие, уменьшают ее гидратацию, увеличивая вязкость. У вязкой цитоплазмы очень велики силы молекулярного сцепления с клеточной оболочкой, протопласт отходит от стенок клетки очень медленно и сначала лишь на отдельных участках, поэтому в растворе солей кальция в клетках образуется вогнутый плазмолиз.

Срез эпидермиса с выпуклой поверхностью чешуи лука помещают в каплю испытуемого раствора и приступают к просматриванию под микроскопом. Следят за сменой форм плазмолиза. Определяют время плазмолиза в каждой соли.

Зарисовать плазмолизированные клетки. На основании полученных результатов сделать выводы. Результаты опыта занести в таблицу.

Соль	Концентрация, М	Время погружения в раствор	Время начала уголкового плазмолиза	Время плазмолиза, мин
KNO_3				
$Ca(NO_3)_2$				

Контрольные вопросы.

1. Почему катионы солей оказывают различное действие на цитоплазму?
2. На какие свойства цитоплазмы влияют ионы калия и кальция?
3. Как действие ионов калия и кальция отражается на времени плазмолиза?

Лабораторная работа № 4.
Стойкий и временный плазмолиз в растительных клетках. Сравнение проницаемости цитоплазматических мембран для различных веществ.

Материалы и оборудование. Побеги элодеи, лезвие бритвы, предметные и покровные стекла, стеклянная палочка, препаровальная игла, пинцет, микроскоп, 1М растворы сахарозы и мочевины, фильтровальная бумага.

Ход работы. На два предметных стекла наносят по капле 1М растворов: на первое – глюкозы, на второе – мочевины. В каждую каплю помещают по одному листу элодеи. Объекты покрывают покровными стеклами и через 2-3 минуты рассматривают под микроскопом. Зарисовывают плазмолизированные клетки и отмечают время начала наблюдения. Затем откладывают препараты на 0,5-1ч. При завершении эксперимента отмеча-

ют, в каком из растворов сохранился плазмолиз, а в каком наступил деплазмолиз.

Зарисовать клетки, показав различное действие на них гипертонических растворов глюкозы и мочевины. Сформулировать выводы.

Контрольные вопросы.

1. Как объяснить стойкий (сохраняющийся длительное время) плазмолиз клеток в растворе глюкозы?
2. Какова проницаемость плазмалеммы и тонопласта для молекул мочевины?

Лабораторная работа № 5.
Поступление нейтрального красного в клеточную вакуоль

Материалы и оборудование. Луковица, лезвие бритвы, предметные и покровные стекла, стеклянная палочка, препаровальная игла, пинцет, микроскоп, 1М раствор роданида калия KSCN, раствор нейтрального красного, фильтровальная бумага.

Ход работы. Для опыта используется нейтральный красный, который легко проникает в вакуоль, потому что почти не задерживатся пограничными мембранами и мезоплазмой клетки.

Кусочек верхнего эпидермиса чешуи лука помещают на предметное стекло в каплю красителя, покрывают покровным стеклом и сразу же рассматривают под микроскопом. На первых этапах видно, что все клетки ткани равномерно окрашиваются в красный цвет. Через 10 минут вызывают плазмолиз клеток ткани раствором роданида калия (KSCN). Для этого отсасывают кусочком фильтровальной бумаги краситель, а с другой стороны стекла наносят 2-3 капли роданида калия. Через 5 минут рассматривают препарат под микроскопом.

Зарисовать плазмолизированные клетки. Сделать выводы.

Контрольные вопросы.

1. Какова проницаемость плазмалеммы и тонопласта для молекул нейтрального красного?
2. Будет ли нейтральный красный поступать в вакуоли мертвых клеток? Почему?

Лабораторная работа № 6.
Проницаемость цитоплазмы живых и мертвых клеток

Материалы и оборудование. Красная свекла, 3 пробирки, штатив для пробирок, стеклянная банка, карандаш по стеклу, нож, фильтровальная бумага, стакан с водой, 30% раствор уксусной кислоты, 1М раствор сахарозы.

Ход работы. За 1-2 часа до начала опыта из корнеплода свеклы вырезают несколько одинаковых кубиков со стороной около 8мм и, поместив в банку, промывают их в воде до тех пор, пока из пораненных клеток не перестанет выходить в воду окрашенный антоцианом клеточный сок. Затем в три пробирки наливают по 5мл воды, а в третью – раствор уксусной кислоты. Первую пробирку оставляют для контроля. Содержимое второй пробирки кипятят 5-7 минут. Через 30 минут пробирки встряхивают и отмечают интенсивность окраски. По изменению окраски судят о степени повреждения растительной клетки.

Затем кубики свеклы достают из пробирок и из каждого кубика делают тонкие срезы. Помещают срезы на предметные стекла в каплю раствора сахарозы и наблюдают под микроскопом.

Зарисовать клетки. Результаты опыта занести в таблицу. Сделать выводы.

Номер пробирки	1	2	3
Вариант опыта	водопроводная вода (контроль)	кипячение	30% раствор уксусной кислоты
Окраска раствора в пробирке			
Окраска среза			
Рисунок клетки			

Контрольные вопросы.

1. Чем вызвано различие в окраске растворов в контрольной и опытных пробирках?
2. Что является причиной выхода веществ из клетки при повреждении цитоплазматической мембраны?
3. О чем свидетельствует отсутствие плазмолиза в клетке?

Лабораторная работа № 7.
Осмотический выход воды из плазмолизированных клеток

Материалы и оборудование. Картофель, концентрированный глицерин, канцелярские скрепки, нож, пробирка, штатив для пробирки, фильтровальная бумага.

Ход работы. Пробирку наполняют концентрированным глицерином. Из клубня картофеля вырезают кубик со стороной около 8мм и погружают в пробирку с глицерином. Перед погружением картофель обсушивают фильтровальной бумагой и втыкают в него канцелярскую скрепку, чтобы кусочек картофеля не всплывал в глицерине. Наблюдение за выделением воды начинают сразу после погружения кусочка картофеля в глицерин. Пробирка во время наблюдения должна находится в совершенном покое.

Вода, выходящая благодаря плазмолизу из ткани, имеет значительно меньший удельный вес, чем концентрированный глицерин и смешивается с ним очень медленно. В результате этого над кубиком картофеля возникает постоянный восходящий ток струи воды, ясно видимый вследствие различия показателей преломления воды и глицерина.

Сделать рисунок, показывающий выход воды из плазмолизированной ткани. Сформулировать вывод.

Контрольные вопросы.

1. Почему из кубика картофеля в глицерин выделяется вода?
2. Какие условия необходимо создать, чтобы прекратить выход воды из картофеля в глицерин?

Лабораторная работа № 8.
Определение жизнеспособности семян методом окрашивания

Материалы и оборудование. Набухшие семена гороха, раствор индигокармина 1:2000 (0,5г на 1л дист. воды), фарфоровая чашка, препаровальная игла.

Ход работы. Метод окрашивания семян с целью определения их всхожести основан на непроницаемости живой цитоплазмы для некоторых красок (индигокармин, кислый фуксин), тогда, как мертвая цитоплазма прокрашивается. Бывают случаи, когда зародыш мертвый, и тем не менее при погружении семени в раствор он не окрашивается из-за того, что окружающие части семени не пропускают краситель. В связи с этим необходимо предварительно обнажить зародыш: извлечь зародыш, разрезать семя вдоль или удалить семенные покровы.

Очистить 10-20 набухших семян гороха от кожуры. Очищенные семена поместить в фарфоровую чашку и залить раствором индигокармина и выдержать 30-40 минут, после чего слить краситель, а семена промыть водопроводной водой от избытка красителя. Подсчитать количество окрашенных, слабо окрашенных и неокрашенных семян.

Результаты опыта занести в таблицу. Сделать выводы.

Количество семян	Окрашенные	Слабо окрашенные	Неокрашенные

Контрольные вопросы.

1. Почему краситель окрашивает нежизнеспособные семена и не окрашивает живые?
2. Способны ли окрашиваться живые клетки? Почему?

1.2. ВОДНЫЙ ОБМЕН РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ

Лабораторная работа № 9.
Получение полупроницаемой мембраны – опыт с искусственной «клеточкой» Траубе

Материалы и оборудование. Желтая кровяная соль (в кристаллическом виде), 0,5% раствор медного купороса, пробирка, штатив для пробирок, пинцет.

Ход работы. Полупроницаемые мембраны могут быть не только биологические, но и полученные химическим путем. В частности, пленка состоящая из ферроцианида меди, обладает свойством идеальной полупроницаемости. Она проницаема только для воды, поэтому ее можно использовать для наблюдения явления осмоса.

В пробирку наливают ¾ объема 0,5% раствора медного купороса, а на дно этой пробирки помещают 2-3 кристаллика желтой кровяной соли. Вокруг кристаллика в результате взаимодействия солей образуется осадочная мембрана ферроцианида меди:

$$K_4[Fe(CN)_6] + 2CuSO_4 = Cu_2[Fe(CN)_6] + 2K_2SO_4.$$

Эта мембрана образует замкнутый мешочек, названный автором опыта Траубе – искусственной клеточкой. Полупроницаемая мембрана ферроцианида меди разделяет два раствора разной концентрации: внутри мешочка находится концентрированный раствор ферроцианида калия, а снаружи – раствор сульфата меди. Возникает ток воды внутрь мешочка, объем раствора ферроцианида калия увеличивается, в результате чего мембрана растягивается. Будучи очень тонкой, эта мембрана в отдельных местах разрывается под действием гидростатического давления. В этих местах соли снова взаимодействуют, вознкают новые участки мембраны, что приводит к неравномерному увеличению размера искусственной клетки.

Изобразить искусственную «клеточку» Траубе, на рисунке указать концентрацию растворов и направление движения воды. Сделать выводы.

Контрольные вопросы.

1. В каком случае объем клеточки Траубе прекратит увеличиваться?
2. Что произойдет с искусственной клеточкой, если в пробирку добавить кристаллики поваренной соли?

Лабораторная работа № 9.
Определение величины осмотического давления в клетка растительной ткани плазмолитическим методом (по де-Фризу)

Материалы и оборудование. Лук сорта «Кармен», 1М раствор NaCl или сахарозы, дистиллированная вода, микроскоп, предметные и покровные стекла, мерная пипетка, лезвие бритвы, часовое стекло, препаровальная игла, фильтровальная бумага, пинцет, 8 пробирок, штатив для пробирок.

Ход работы. Осмотическое давление – это диффузное давление, возникающее в результате осмотического передвижения молекул воды. Мерой осмотического давления служит то давление, которое нужно приложить к раствору, чтобы воспрепятствовать прохождению растворителя в раствор через полупроницаемую перепонку. Величина осмотического давления клеточного сока пропорциональна его концентрации и абсолютной температуре.

Плазмолитический метод определения осмотического давления клеточного сока основан на подборе наружного раствора известной концентрации, осмотическое давление которого будет находиться в равновесии с осмотическим давлением клеток. В качестве плазмолитика обычно используют раствор хлористого натрия или сахарозу. Сильный плазмолиз показывает, что осмотическое давление внешнего раствора значительно больше, чем осмотическое давление клетки. Отсутствие плазмолиза может означать, что осмотическое давление раствора меньше осмотического давления клетки или равно ему. Задача данного метода сводится к тому, чтобы подобрать наружный раствор такой концентрации, который вызывает начальный уголковый плазмолиз не менее чем у 50% клеток погруженного в раствор кусочка исследуемой ткани. Изотонический раствор будет находиться между этим раствором и следующим (более слабым), который не вызывает плазмолиз. Отсюда следует, что концентрация изотонического раствора равна среднему арифметическому между концентрациями указанных соседних растворов.

Приготовить по 10мл растворов хлористого натрия или сахарозы в следующих концентрациях: 0,8; 0,7; 0,6; 0,5; 0,4; 0,3; 0,2 и 0,1М, наливая в пробирки соответствующие количества 1М раствора соли и дистиллированной воды (например, для того чтобы приготовить 0,8М раствор необходимо в пробирку прилить 8мл 1М раствора соли и 2мл дистиллированной воды, для 0,7М раствора – 7мл 1М раствора и 3мл воды и т.д.). Тщательно перемешать растворы. Приготовить 16 срезов эпидермиса лука и поместить их в воду на часовое стекло. При погружении в воду удаляется сок, вытекающий из поврежденных клеток, и достигается одинаковое состояние всех срезов.

Через 5 минут извлечь срезы из воды, обсушить их фильтровальной бумагой и погрузить по два среза в каждый раствор, начиная с самого концентрированного с интервалом в 5 минут. Во время опыта необходимо следить, чтобы срезы не всплывали на поверхность, а были погружены в раствор (если срез всплывет, его необходимо «утопить» при помощи пре-

паровальной иглы). После 20-ти минутного пребывания срезов в соответствующем растворе их просматривают под микроскопом в капле того же раствора в котором они находились. Рассматривают срезы в том порядке, в каком погружали в растворы, с интервалом в 5 минут. Этим обеспечивается одинаковая продолжительность нахождения срезов в растворах. С каждого препарата в таблицу зарисовывают по 2 клетки с типичной степенью плазмолиза с указанием в графе «степень плазмолиза» - его форму (выпуклый, вогнутый, уголковый).

Найти концентрацию изотонического раствора и вычислить осмотическое давление клеточного сока по уравнению Вант-Гоффа: $P = R*T*c*i$. Результаты опыта оформить, заполнив таблицу. Сформулировать выводы.

Концентрация раствора, М	Время погружения	Время наблюдения	Степень плазмолиза	Рисунок клеток	Концентрация изотонического раствора, М
0,8					
0,7					
0,6					
0,5					
0,4					
0,3					
0,2					
0,1					
Осмотическое давление клеточного сока, атм		$P = R*T*c*i =$			

Контрольные вопросы.

1. От каких показателей зависит величина осмотического давления клеточного сока?
2. Для чего в уравнение Вант-Гоффа вводится изотонический коэффициент?
3. Какие методы определения осмотического давления Вы знаете?
4. Почему осмотическое давление у растворов электролитов всегда выше, чем у не электролитов в той же молярной концентрации?
5. Что такое изотоническая концентрация?

Лабораторная работа № 10.
Явление тургора

Материалы и оборудование. Картофель, 1М раствор NaCl или сахарозы, дистиллированная вода, нож или скальпель, препаровальная игла, фильтровальная бумага, пинцет, 2 пробирки, штатив для пробирок, линейка.

Ход работы. По мере насыщения клетки водой увеличивается гидростатическое давление на клеточную оболочку. Оно обуславливает напряженное состояние клетки, ее тургор. Клеточная оболочка под влиянием тургорного давления растягивается, что влечет за собой возникновение противодавления клеточной стенки на ее содержимое. Это противодавление всегда равно гидростатическому тургорному давлению, но противоположно ему по знаку.

При полном насыщении клетки водой весь осмотический потенциал полностью реализуется в виде гидростатического тургорного давления, которое, в свою очередь, уравновешивается противодавлением клеточной оболочки. В этих условиях P=T=W, и вода не будет входить в клетку, как бы высока не была концентрация клеточного сока. В таком состоянии полного насыщения находятся клетки водных растений, но его почти никогда не бывает у наземных растений, в виду наличия у них процесса транспирации. Часть осмотического потециала клеток наземных растений, определяющая способность всасывать воду, остается неуравновешенной силой противодавления. Вследствие этого, тургорное давление, не достигает своей максимальной величины. Эта остаточная часть всасывающей способности, при погружении клетки в воду, вызовет некоторый приток воды в нее. Это будет продолжаться до тех пор, пока увеличивающееся тургорное давление не уравновесит осмотическое. Поэтому у наземных растений P>T и P=T+S, где S – это величина сосущей силы, которая определяет поступление воды в клетку.

Из клубня картофеля вырезают 2 брусочка длиной 5см и шириной 5мм. Их следует нарезать поперек клубня из паренхимной ткани, не захватывая проводящих пучков. Данные измерений записывают в таблицу. Один брусочек помещается в пробирку с водой, другой в пробирку с 1М раствором поваренной соли или сахарозы. Через 1 час брусочки картофеля вынимаются. Обращается внимание на напряжение ткани (вялое или упругое). Повторно замеряются размеры брусочков.

Результаты занести в таблицу. Сделать выводы, объяснив изменения длины брусочков.

Варианты опыта	1М раствор NaCl	Вода
Исходные размеры брусочков, мм∗мм		
Размеры брусоков через 1 час, мм∗мм		
Тургор		
Напряженность ткани		

Контрольные вопросы.

1. Что такое тургорное давление?
2. Какие факторы могут снизить тургесцентность клеток?

3. Почему у наземных растений тургорное давление всегда меньше осмотического?

Лабораторная работа № 11.
Определение сосущей силы клеток по изменению размеров ткани (по Уршпрунгу)

Материалы и оборудование. Клубень картофеля или корнеплоды моркови, репы, NaCl, дистиллированная вода, нож или скальпель, препаровальная игла, фильтровальная бумага, пинцет, 8 пробирок, штатив для пробирок, линейка.

Ход работы. Сила, с которой клетка данный момент времени поглощает воду, называется сосущей силой. Она зависит от давления набухания биокаллоидов протопласта и клеточных оболочек, а также от осмотического и тургорного давлений клетки. В клетках, закончивших рост, с большой центральной вакуолью, сосущая сила в основном определяется осмотическими свойствами клеток.

Методы определения величины сосущей силы растительной ткани основаны на подборе внешнего раствора известной концентрации, осмотическое давление которого окажется соответствующим величине сосущей силы клеток ткани.

Осмотическое давление раствора также проявляется в свойстве его как бы присасывать воду через мембрану, и в этом смысле можно говорить о сосущей силе раствора. При погружении исследуемой ткани в раствор, сосущая сила которого больше сосущей силы в клетках ткани, длина полосок ткани уменьшается. Если сосущая сила в клетках больше сосущей силы раствора, то клетки поглощают воду из раствора, объем их увеличивается, и, следовательно, увеличивается длина полосок ткани. Длина полосок ткани останется без изменения в том растворе, сосущая сила которого равна сосущей силе клеток.

Приготовить по 10мл растворов хлористого натрия в следующих концентрациях: 1,0; 0,8; 0,6; 0,5; 0,4; 0,3; 0,2 и 0,1М, наливая в пробирки соответствующие количества 1М раствора соли и дистиллированной воды (например, для того чтобы приготовить 0,8М раствор необходимо в пробирку прилить 8мл 1М раствора соли и 2мл дистиллированной воды, для 0,7М раствора – 7мл 1М раствора и 3мл воды и т.д.). Тщательно перемешать растворы. Вырезать из клубня картофеля 8 одинаковых брусочков толщиной около 5мм, а длиной 30-40мм. Точно измеряют их длину с помощью линейки. Данные записывают в таблицу. По одному брусочку ткани погружают в каждый из приготовленных растворов. Через 0,5 –1ч вынимают брусочки из пробирок и снова измеряют их длину. Данные всех измерений записывают в таблицу. Сосущая сила раствора, в котором длина полоски осталась без изменения, будет равна величине сосущей силы кле-

ток ткани. В данном случае сосущая сила клеток равна сосущей силе раствора и соответственно равна осмотическому давлению раствора ($S_{кл}$ = $S_{раствора}$ = $P_{раствора}$). Поэтому сосущую силу клеток можно рассчитать, пользуясь уравнением Вант-Гоффа.

Результаты эксперимента занести в таблицу. Вычислить величину сосущей силы клеток исследуемого объекта. Сделать выводы.

Концентрация раствора, М	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
Первоначальная длина брусочков, мм								
Длина брусочков после пребывания в растворе, мм								
Изменение длины брусочков, мм								
Вид раствора								
Сосущая сила клеток, атм		$S = P = R*C*T*i =$						

Контрольные вопросы.

1. За счет чего происходит изменение длины брусочков картофеля?
2. От чего зависит величина сосущей силы клеток?

Лабораторная работа № 12.
Определение сосущей силы клеток растительной ткани по изменению концентрации внешнего раствора. Метод струек (по В.С.Шардакову)

Материалы и оборудование. Листья какого-либо растения, 1М раствор NaCl, дистиллированная вода, раствор метиленовой сини, пробочное сверло, препаровальная игла, фильтровальная бумага, пинцет, 7 больших пробирок, 7 маленьких пробирок, пробки для пробирок, штатив для пробирок, мерные пипетки.

Ход работы. Метод струек основан на определении измерения концентрации раствора после пребывания в нем исследуемой растительной ткани. Уменьшение концентрации раствора происходит в случае отдачи воды тканью, если ее сосущая сила меньше сосущей силы раствора. Увеличение концентрации раствора показывает, что ткань поглощала из него воду, т.е. сосущая сила ткани оказалась больше сосущей силы раствора. Изменение концентрации раствора определяют по изменению его плотности.

Изменение плотности раствора под действием ткани определяют, сравнивая плотности этого и исходного раствора, в который ткань не помещали. После извлечения ткани раствор подкрашивают метиленовой синью и сравнивают с исходным раствором. Изменение плотности раствора в

сторону увеличения или уменьшения наглядно видно по тому, будет ли подкрашенная капля его погружаться или всплывать в контрольном растворе. Движение струйки вниз будет свидетельствовать об увеличении концентрации раствора. Движение струйки вверх указывает, что концентрация раствора уменьшается. Если же раствор не изменил концентрацию, то капля останется на том месте, в которое ее внесли пипеткой.

Используя 7 больших пробирок приготовить по 10мл растворов хлористого натрия в следующих концентрациях: 1,0; 0,8; 0,6; 0,5; 0,4; 0,3 и 0,2М, наливая в пробирки соответствующие количества 1М раствора соли и дистиллированной воды (например, для того чтобы приготовить 0,8М раствор необходимо в пробирку прилить 8мл 1М раствора соли и 2мл дистиллированной воды, для 0,7М раствора – 7мл 1М раствора и 3мл воды и т.д.). После тщательного перемешивания отлить в маленькие пробирки по 1мл приготовленных растворов. Оставшиеся в больших пробирках растворы, будут служить контролем.

Вырезать при помощи пробочного сверла диски из листьев, недалеко от средней жилки, не захватывая по возможности крупных жилок (для этого повернуть листья нижней стороной вверх). Разложить по 4-5 дисков в маленькие пробирки с растворами, закрыть пробками, с целью предотвращения испарения воды из растворов. Выдержать диски в растворах в течение 30-40 минут, время от времени, встряхивая пробирки и следя за тем, чтобы все диски были погружены в растворы.

По истечении указанного срока диски вынимают из пробирок и приступают к определению изменения удельного веса растворов, где до этого пребывали диски из листьев. Для этого растворы слегка подкрашивают метиленовой синью, внося в маленькие пробирки по небольшой капле красителя (много краски вносить нельзя, так как это может вызвать изменение плотности растворов). Содержимое пробирок встряхивают. После чего переходят к сравнению плотности каждого опытного раствора с плотностью контрольного.

Сравнение делают следующим образом. Капельной пипеткой с тонким оттянутым концом отбирают небольшую порцию подкрашенного опытного раствора. Кончик пипетки опускают в большую пробирку с соответствующим раствором (примерно до его середины). Медленно выпуская небольшую капельку (или струйку) окрашенного раствора, проследить за направлением движения струйки.

Результаты записать в таблицу. Направление движения окрашенной струйки показать стрелкой, а соотношение сосущей силы клеток и раствора знаком «>» или «<». Найти раствор, концентрация которого после пребывания в нем растительных тканей не изменилась. Определить осмотическое давление данного раствора и равную ему сосущую силу клеток, используя уравнение Вант-Гоффа. Сформулировать выводы.

Концентрация раствора, М	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
Направление движения струйки							
Соотношение между сосущей силы клетки и раствора							
Вид раствора							
Сосущая сила клеток, атм							

Контрольные вопросы.

1. От чего зависит направление движения струйки?
2. На каком принципе основан метод струек?
3. Для чего при определении сосущей силы клеток используется раствор метиленовой сини?
4. Какие растворы называются изотоническими?

РАЗДЕЛ 2. ВОДНЫЙ ОБМЕН РАСТЕНИЯ

Лабораторная работа № 13.
Определение интенсивности транспирации весовым методом

Материалы и оборудование. Листья герани, бегонии, примулы или гортензии, кипяченная вода, вазелиновое масло, нож или скальпель, конические колбы на 100мл, чашки Петри, фильтровальная бумага, весы, линейка, карандаш, миллимитровая бумага.

Ход работы. Процесс испарения воды с поверхности надземных частей растения называется транспирация. Количество воды, транспирированной растением, с единицы листовой поверхности за единицу времени называется интенсивностью транспирации. Величина ее зависит от внешних факторов, времени суток, и колеблется в пределах 15 – 250г/м^2*ч. Весовой метод определения интенсивности транспирации основан на учете транспирированной воды по уменьшению веса растения за время опыта. Показателем способности растений регулировать транспирацию может служить величина относительной транспирации. Относительная транспирация – это отношение интенсивности транспирации с листа к интенсивности испарения воды со свободной водной поверхности при тех же условиях. Величина этого показателя обычно составляет 0,1 – 0,5, поднимаясь иногда до 1 и опускаясь до 0,01 и ниже, у некоторых хорошо защищенных от потери воды листьев.

Срезают лист любого растения с длинным черешком и помещают его в прибор Веска или в коническую колбу. Колбу заполняют кипяченной водой комнатной температуры. Черешок листа подрезают острым ножом под

водой (чтобы в проводящих пучках черешка не оказалось пузырьков воздуха). Колбу и лист тщательно протирают фильтровальной бумагой для удаления воды с их поверхности. Поверхность воды в колбе заливают вазелиновым маслом, слоем толщиной 2-3мм, чтобы избежать испарения со свободной водной поверхности. Колбу с листом взвешивают на весах с точностью до 0,01г. Через 45-60 минут осуществляют повторное взвешивание. Разница в весе покажет количество испаренной воды с данной листовой поверхности за данный промежуток времени. Результаты взвешиваний заносят в таблицу.

Пока идет процесс транспирации, рассчитывают площадь листовой пластинки. Для этого используют контуры листа, которые были нанесены на миллимитровую бумагу до начала постановки опыта.

Наряду с определением интенсивности транспирации в тех же условиях определяют испарение со свободной водной поверхности. Для этого в чашку Петри заливают небольшое количество кипяченной воды комнатной температуры, и так же определяют убыль в весе за время опыта. Результаты взвешиваний так же заносят в таблицу. Площадь чашки Петри определяют по формуле: $\pi d^2/4$.

Опыты по определению интенсивности транспирации проводят при разных условиях, например, на свету и в темноте, при высокой и низкой температуре, при высокой и низкой влажности. При этом можно использовать дополнительное освещение, холодильник, обогреватель воздуха, вентилятор и т.д. Но сравнение интенсивности транспирации в различных условиях можно проводить только на листьях одного и того же растения.

Кроме того, этот эксперимент можно поставить на разных растительных объектах, но в сходных условиях. Определения интенсивности транспирации, сделанные студентами в разных условиях и на разных объектах, сводят в общую таблицу.

Записать данные, полученные в опыте, в таблицу. Определить интенсивность транспирации и интенсивность испарения воды со свободной водной поверхности, используя следующую формулу: $I = n/(S*t)$, где - это количество транспирированной (испаренной) воды (г), S – площадь листа (чашки Петри) ($м^2$), t – продолжительность опыта (ч). Определить величину относительной транспирации. Сделать выводы, объяснив результаты эксперимента.

Условия опыта	Варианты	Вес		Потеря в весе, г	Площадь, $м^2$	Интенсивность транспирации (испарения), $г/м^2*ч$	Относительная транспирация
		исходный, г	через 60 минут, г				
На свету	лист						
	чашка						

В темноте	лист						
	чашка						
При высокой температуре	лист						
	чашка						
При низкой температуре	лист						
	чашка						
При высокой влажности	лист						
	чашка						
При низкой влажности	лист						
	чашка						

Контрольные вопросы.

1. Почему в разных условиях интенсивность транспирации имеет разную величину?
2. Что такое относительная транспирация и от чего она зависит?
3. Почему, как правило, интенсивность транспирации бывает выше, чем величина интенсивности испарения со свободной водной поверхности в равных условиях?

Лабораторная работа № 14.
Определение выделенного листьями водяного пара с помощью хлорида кобальта (II)

Материалы и оборудование. Листья разных растений, 0,5М раствор хлорида кобальта (II), фильтровальная бумага, ножницы, линейка, спиртовка, стеклянные пластинки, зажимы.

Ход работы. Сухая фильтровальная бумага, пропитанная хлоридом кобальта (II), имеет голубой цвет, при поглощении влаги соль розовеет. Если к такой бумаге плотно приложить лист растения, то порозовение ее наступит тем быстрее, чем интенсивнее идет транспирация. Этим методом можно пользоваться при сравнении транспирации верхней и нижней сторон листа, листьев разных ярусов или листьев разных видов растений.

Из фильтровальной бумаги заблаговременно вырезают полоску размером примерно 9 х 24см и равномерно пропитывают ее 0,5М раствором хлорида кобальта (II). Эту бумагу высушивают на воздухе и складывают вдвое (в виде обложки). Перед самым началом опыта эту бумагу высушивают над пламенем спиртовки до голубого цвета. Испытуемый лист срезают с растения и вкладывают между половинками кобальтовой бумаги. Снаружи к бумаге с обеих сторон прикладывают по стеклянной пластинке, которые скрепляют зажимами, избегая сильного здавливания листа. Замечают время постановки опыта. Следят за порозовением кобальтовой бумаги: скорость и степень изменения ее окраски служат показателем испарения воды листом. Результаты опыта хорошо заметны через 30-45 минут.

Результаты опыта занести в таблицу. Сформулировать вывод.

Растения	Время начала порозовения кобальтовой бумаги, мин	
	нижняя сторона листа	верхняя сторона листа
Герань		
Бегония		
Примула		

Контрольные вопросы.

1. С какой стороны листа идет более интенсивная транспирация? Почему?
2. Почему листья разного яруса имеют разную интенсивность транспирации?
3. От каких факторов зависит скорость транспирации?

Лабораторная работа № 15.
Учет интенсивности всасывания воды листьями в потометре.

Материалы и оборудование. Лист или побег любого растения, потометр или стеклянная банка, пробка с двумя отверстиями: одно – для листа, другое – для изогнутой трубки, горизонтальная градуированная стеклянная трубка, воск или пластилин, дистиллированная вода.

Ход работы. Потометр или стеклянную банку заполняют до краев водой и вставляют в него пробку с листом или побегом. При этом часть воды, вытесненная пробкой, пройдет в горизонтальную градуированную трубку и установится там, на определенном (исходном) уровне. Отмечают данный уровень. Между пробкой и водой в потометре не должно оставаться пузырьков воздуха. При хорошей герметичности прибора по мере всасывания воды листом, вода в горизонтальной трубке будет передвигаться в сторону сосуда. Результаты опыта хорошо заметны через 40-60 минут. По числу делений определяют количество всосавшейся воды.

Для вычисления интенсивности всасывания воды листом необходимо учесть площадь листа, время опыта и количество всосавшейся воды.

Данный метод можно использовать для определения интенсивности всасывания воды листом листьев разных ярусов или листьев разных видов растений.

Результаты опыта занести в таблицу. Вычислить интенсивность всасывания воды листьев разных видов растений. Сделать выводы.

Растения	Количество всосавшейся воды		Площадь листа, $м^2$	Интенсивность всасывания воды, $г/м^2 * ч$
	в мл	в г		
Герань				
Бегония				

Контрольные вопросы.

1. Почему всасывание воды у разных видов растений происходит с разной интенсивностью?
2. Зависит ли величина интенсивности всасывания воды от интенсивности транспирации? Поясните свой ответ.

Лабораторная работа № 16.
Наблюдения за устьичными движениями под микроскопом.

Материалы и оборудование. Свежие листья традесканции, 5% раствор глицерина, лезвие бритвы, препаровальная игла, микроскоп, предметные стекла, фильтровальная бумага.

Ход работы. Газообмен между межклетниками листа и наружной атмосферой регулируется с помощью устьиц. Каждое устьице состоит из двух замыкающих клеток, у которых стенки, примыкающие к устьичной щели, сильно утолщены, тогда как наружные части остаются тонкими. Неодинаковая толщина наружных и внутренних стенок приводит к тому, что при изменении тургора замыкающие клетки способны искривляться или распрямляться, открывая или закрывая при этом устьичную щель.

Раствор глицерина способен вызывать явление плазмолиза в замыкающих клетках устьица. При этом устьичные щели закрываются, вследствие отнятия воды от замыкающих клеток. По причине того, что раствор глицерина не дает стойкого плазмолиза, через некоторое время он начинает проникать через протоплазму в клеточный сок, вызывая деплазмолиз и открывание устьиц.

Ход работы. Перед началом эксперимента растение традесканции выдерживают на свету во влажной атмосфере для открытия устьиц. Готовят срез эпидермиса листа. Помещают его на предметное стекло в каплю 5% раствора глицерина и сразу начинают наблюдение под микроскопом. Рассматривают явление плазмолиза, как в замыкающих клетках, так и в остальных клетках эпидермиса. Наблюдают за состоянием устьичной щели.

Через 15-20 минут проводят повторное наблюдение препарата, замечают изменение состояния устьиц и клеток эпидермиса. После просмотра заменяют глицерин водой, для чего наносят рядом со срезом каплю воды, а с другой стороны оттягивают глицерин фильтровальной бумагой. При этом устьица открываются еще шире, так как вследствие проникновения глицерина в клеточный сок осмотическое давление в замыкающих клетках повышается.

Зарисовать устьица в открытом и закрытом состоянии. В выводах объяснить причины устьичных движений.

Контрольные вопросы.

1. Какие физиологические механизмы лежат в основе устьичных движений?

2. Как изменится состояние устьиц, если глицерин заменить на 1М раствор хлорида натрия? Поясните свой ответ.
3. Каково влияние внешних факторов (свет, темнота, движение воздуха, влажность) на состояние устьиц?

Лабораторная работа № 17.
Межклетники как связная система капиллярных ходов внутри тканей растения.

Материалы и оборудование. Листья аспидистры, стакан с водой, колба Бюнзена, резиновая пробка с отверстием, резиновая трубка, насос Камовского, скальпель, пластилин.

Ход работы. При отсасывании из колбы воздуха, благодаря уменьшению давления на срезанную поверхность черешка, возникает ток воздуха через устьица по межклетникам, и из среза начинает выделяться непрерывный ток пузырьков воздуха.

Срезают лист растения с длинным черешком. Вставляют его в отверстие резиновой пробки и гермитизируют пластилином. Колбу Бюнзена наполовину заливают водой, присоединяют к насосу резиновой трубкой. Затем пробку с листом устанавливают в колбу, при этом необходимо срез листа обновить под водой. Начинают откачивание воздуха из колбы. Наблюдают за процессом выделения пузырьков воздуха.

Сделать выводы по результатам наблюдений.

Контрольные вопросы.

1. Почему при откачивании воздуха из колбы наблюдается выделение пузырьков воздуха?

Лабораторная работа № 18.
Влияние внешних условий на процесс гуттации.

Материалы и оборудование. 3-4 суточные проростки овса, ячменя или пшеницы, выращенные в темноте в глиняных горшочках (5шт.), стеклянные химические стаканы (3шт.), снег или лед, 10% раствор хлорида натрия, фильтровальная бумага, чашки (3шт.), часы.

Ход работы. Корневая система не только всасывает воду из почвы, но и активно нагнетает ее в стебель с определенной силой, называемой корневым давлением. Если количество нагнетаемой корнями воды больше количества воды, испаряемой надземными органами, то наблюдается явление гуттации.

Перед экспериментом проростки растений сильно поливают водой. После чего один горшочек с проростками ставят в чашку со льдом или снегом, второй – в чашку с водой комнатной температуры, при этом уровень воды должен быть ниже края горшочка, третий – в чашку с водой, на-

гретой до температуры 35^0С, четвертый – поливают несколькими миллилитрами 10% раствора NaCl, а пятый горшочек оставляют на столе в качестве контроля. Кусочками фильтровальной бумаги удаляют имеющиеся на проростках капельки воды. После чего первые четыре горшочка с проростками закрывают стеклянными колпаками. Наблюдают за скоростью выделения капель воды на концах проростков. Опыты проделывают в 2-3 повторностях.

Результаты эксперимента занести в таблицу. Сделать выводы.

Условия эксперимента	Скорость появления капель воды на концах проростков, кап/мин			Средняя скорость появления капель воды, кап/мин
	1	2	3	
Под колпаком, $t=0^0$С				
Под колпаком, $t=20^0$С				
Под колпаком, $t=35^0$С				
Без колпака, с NaCl				
Контроль (без колпака, $t=20^0$С)				

Контрольные вопросы.

1. Что такое гуттация и чем она отличается от транспирации?
2. Какие условия необходимы для появления гуттации?
3. Как влияет раствор NaCl на явление гуттации?
4. Чем гуттация отличается от росы?

Лабораторная работа № 19.
Поднятие воды в растения по сосудам.

Материалы и оборудование. Растение бальзамин, красные чернила, сосуд с водой, лезвие бритвы, препаровальная игла, скальпель, пипетка, предметные стекла, микроскоп.

Ход работы. В сосуд с водой, добавляют небольшое количество чернил. Берут олиственный ветку бальзамина, предварительно доведенную до состояния небольшого завядания, и помещают ее в сосуд с окрашенной водой. Обновляют срез побега под водой. Сосуд с веткой выставляют на солнечный свет примерно на 20-30 минут, до появления красной окраски у стебля, листовых черешков и жилок. Чем ярче будет освещение, тем быстрее наступает окрашивание, так как листовая поверхность нагревается и устанавливается сильный транспирационный ток жидкости.

Из окрашенного стебля, листового черешка и листа делают поперечные тонкие срезы и рассматривают их под микроскопом. Обнаруживают какая часть сосудистых пучков окрашена.

Зарисовать срезы, сделать выводы.

Контрольные вопросы.

1. Какие элементы стебля являются водопроводящими?
2. Почему не все ткани стебля и листа окрашиваются красителем?

РАЗДЕЛ 3. ФОТОСИНТЕЗ

Лабораторная работа № 20.
Извлечение пигментов зеленого листа

Материалы и оборудование. Свежие или сухие листья бегонии, крапивы, гортензии, подсолнечника, примулы, настурции и т.д., спирт этиловый, смесь бензина с бензолом 9:1, ацетон, $CaCO_3$, кварцевый песок, фарфоровые ступки с пестиками, фильтровальная бумага, стеклянные колбы, воронки, пипетки, стеклянные палочки, ножницы, пробирки, штатив для пробирок.

Ход работы. Пигменты листа нерастворимы в воде, но хорошо растворимы в спирте, бензине и ацетоне. Чаще всего для извлечения пигментов используют спирт. Спиртовая вытяжка состоит из смеси четырех пигментов: двух зеленых – хлорофилла a и b и двух желтых – каротина и ксантофилла.

Готовят две вытяжки пигментов листа – спиртовую и бензиново-бензольную. Первая используется для разделения пигментов по методу Крауса и изучения химических и оптических свойств пигментов, а вторая – для разделения пигментов методом хроматографической адсорбции.

Для получения спиртовой вытяжки берут 1-2г свежих листьев, измельчают их ножницами, отбросив крупные жилки и черешки и тщательно растирают в ступке, добавляя кварцевый песок и небольшими порциями (около 10мл) этилового спирта. Если в листе много органических кислот, то для их нейтрализации перед растиранием в ступку добавляют немного $CaCO_3$. Затем полученную вытяжку фильтруют через складчатый фильтр в колбу.

Вторую вытяжку готовят на бензине с бензолом и ацетоном. Для этого 5г листьев растирают в ступке с кварцевым песком, добавляют 5мл смеси бензина с бензолом, 10мл ацетона и продолжают тщательно растирать. Затем содержимое ступки фильтруют, дают хорошо отстояться. Через 20-30 минут пипеткой осторожно отбирают верхний слой и переносят его в чистую сухую пробирку.

Сделать вывод, указав какие пигменты, содержат полученные Вами вытяжки.

Контрольные вопросы.

1. Какова роль пигментов в процессе фотосинтеза?

2. На чем основан метод извлечения пигментов из зеленого листа?

Лабораторная работа № 21.
Разделение пигментов методом бумажной хроматографии

Материалы и оборудование. Бензиново-бензольная вытяжка (см. лаб. работу № 16), стеклянная пластинка, фильтровальная бумага, линейка, карандаш, высокий цилиндр с крышкой, пипетки, пинцет.

Ход работы. Метод адсорбционной хроматографии впервые был предложен русским ученым М.С.Цветом. Этим методом можно разделить одновременно четыре пигмента. Сущность метода заключается в том, что раствор содержащий смесь пигментов пропускается через слой адсорбента. Различные пигменты, обладая неодинаковой растворимостью в данном растворителе и разной адсорбируемостью, передвигаются по мере движения растворителя с различной скоростью и располагаются на адсорбенте в разных местах. Чем больше растворимость пигмента в растворителе и чем хуже он адсорбируется данным адсорбентом, тем быстрее он будет передвигаться, и тем дальше будет располагаться зона этого пигмента. В настоящее время для разделения пигментов широкое распространение получила хроматография на бумаге.

Фильтровальную бумагу нарезают полосками 5 х 25см. Полоска бумаги кладут на чистый кусок стекла и простым карандашом чертят на бумаге горизонтальную стартовую линию на расстоянии 4см от края.

Из ранее приготовленной концентрированной бензиново-бензольной вытяжки пигментов берут пипеткой небольшую каплю и наносят ее на стартовую линию фильтровальной бумаги. Подсушивают бумагу на воздухе и снова наносят каплю смеси пигментов. Эту операцию повторяют 5-6 раз.

В высокий цилиндр, в который налит растворитель (бензин с бензолом), опускают бумажную полоску стартовой линией вниз, чтобы бумага касалась растворителя, но растворитель не доходил до стартовой линии. Закрыть цилиндр крышкой. Через 10-15 минут растворитель поднимется вверх по бумаге, увлекая за собой смесь пигментов, которые начнут разделяться приблизительно на расстоянии 5-10см от стартовой линии.

Пигменты распределяются следующим образом: первым снизу будет адсорбироваться хлорофилл b желто-зеленого цвета, затем сине-зеленая зона хлорофилла a, выше – пигмент ксантофилл золотисто-желтого цвета. Каротин, который очень быстро движется вместе с растворителем, расположится на верху полоски бумаги в виде желто-оранжевого пятна.

Зарисовать полученную хроматограмму и сделать вывод о причинах разделения пигментов на бумаге.

Контрольные вопросы.

1. На чем основан метод адсорбционной хроматографии?

2. Почему пигменты на хроматограмме распределяются послойно?

Лабораторная работа № 22.
Разделение пигментов методом Крауса с отделением каротина

Материалы и оборудование. Спиртовая вытяжка пигментов (см. лаб. работу № 16), стаканчик с водой, пипетка, этиловый спирт, бензин, 20% раствор гидрооксида калия или натрия, пробирки, штатив для пробирок.

Ход работы. В пробирку приливают 2-3мл спиртового раствора пигментов, добавляют 4-5мл бензина и 2-3 капли воды (для лучшего отделения спирта от бензина). Пробирку хорошо встряхивают и дают отстояться. Если разделение пигментов будет недостаточно четким, добавляют бензин и продолжают взбалтывание. Помутнение нижнего слоя (от избытка воды) можно устранить, добавив немного спирта. Через 2-3 минуты происходит расслаивание жидкости: в верхний, бензиновый слой переходят оба хлорофилла и каротин, в нижнем, спиртовом слое остается желтый пигмент – ксантофилл, так как он лучше растворим в спирте.

Для отделения каротина от хлорофилла верхний бензиновый слой отбирают с помощью пипетки и переносят в чистую пробирку. А нижний слой с ксантофиллом убирают в сторону для проведения опыта «Оптические свойства пигментов».

В отобранной зеленой вытяжке каротин незаметен, так как его маскирует хлорофилл, преобладающий количественно. В пробирку добавляют 2мл этилового спирта и несколько капель 20% раствора щелочи и сильно встряхивают содержимое. При взаимодействии щелочи с хлорофиллом происходит его омыление и образуется щелочная соль хлорофиллина, которая легко переходит из бензина в спирт. В результате в пробирке обнаруживаются два разноокрашенных слоя. Верхний, бензиновый слой желтого цвета содержит каротин, а нижний, спиртовой зеленого цвета – щелочную соль хлорофиллина. Бензиновый слой с каротином отбирают с помощью пипетки и переносят в чистую пробирку, которую также убирают в сторону для проведения опыта «Оптические свойства пигментов».

Зарисовать две пробирки: одну с ксантофиллом, а вторую с разделенными пигментами – и сделать соответствующие подписи. Сформулировать вывод относительно различной растворимости пигментов в спирте и бензине.

Контрольные вопросы.

1. На чем основан метод Крауса?
2. Какие пигменты зеленого листа растворяются в спирте, а какие в бензине?

Лабораторная работа № 23.

Химические свойства пигментов

Материалы и оборудование. Спиртовая вытяжка пигментов (см. лаб. работу № 16), 20% раствор гидрооксида калия или натрия, 10% раствор соляной кислоты, ацетат цинка или ацетат меди, пробирки, штативы для пробирок, пипетки, спиртовка.

Ход работы. Опыт № 1. Получение щелочной соли хлорофиллина. Омыление хлорофилла щелочью

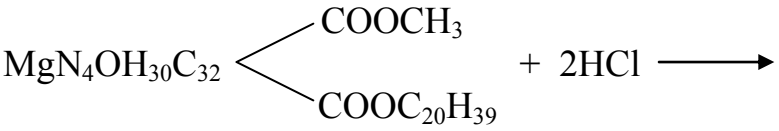
Щелочная соль хлорофиллина, как и хлорофилл, имеет зеленную окраску. В данной работе образование щелочной соли хлорофиллина обнаруживают по признаку лучшей растворимости ее в спирте, чем в бензине: после омыления хлорофилла, находящегося в бензиновом слое вытяжки, соль хлорофиллина, перейдет в спиртовой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

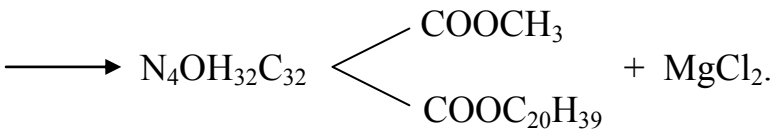
В пробирку с 2-3мл спиртовой вытяжки добавляют 4-5 капель 20% раствора щелочи. Содержимое пробирки хорошо взбалтывают. Затем в эту же пробирку добавляют 2-3мл бензина и 1 каплю воды. Закрывают пробирку пробкой и сильно встряхивают 15-20сек. Дают смеси жидкостей расслоиться и обнаруживают переход продуктов омыления хлорофилла в нижний, спиртовой слой, который будет иметь зеленый цвет.

Сделать рисунок. Записать реакцию омыления хлорофилла, в результате которой происходит отщепление спиртов – метилового и фитолового, а двухосновная кислота хлорофиллин дает соль. Сформулировать вывод.

Опыт № 2. Получение феофитина и металлозамещенного хлорофилла

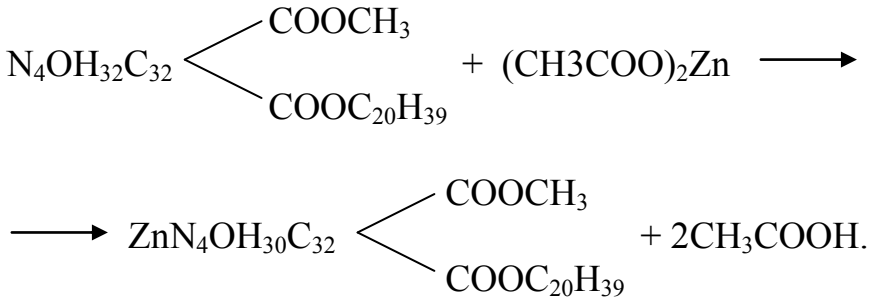
Берут три пробирки. В каждую из пробирок приливают по 2мл спиртовой вытяжки. Одну пробирку с пигментом оставляют для контроля. В двух других получают феофитин. Для этого добавляют в пробирки по 2-3 капли 10% раствора соляной кислоты. При этом окраска вытяжки становится буровато-оливковой – хлорофилл превращается в феофитин:





Одну пробирку с феофитином оставляют для сравнения, а в другой феофитин переводят в металлозамещенный хлорофилл. Для этого в пробирку добавляют 2-3 кристаллика уксуснокислого цинка или меди и слегка

подогревают. Зеленый цвет пигмента восстанавливается, что свидетельствует о восстановлении металлорганической связи в молекуле хлорофилла:



Все пробирки сравнивают по цвету, закрывают пробками, снабжают этикетками и оставляют в штативе на свету. Через неделю сравнивают стойкость хлорофилла и металлозамещенного хлорофилла, сравнивая их цвет.

Зарисовать пробирки с полученными растворами, сделать соответствующие к ним надписи. Записать реакции получения феофитина и металлозамещенного хлорофилла. Сделать выводы.

Контрольные вопросы.

1. Какие химические свойства пигментов Вы знаете?
2. Почему при добавлении щелочи соль хлорофиллиновой кислоты переходит в спиртовую фракцию?
3. Какова будет окраска спиртового и бензинового слоя, если к вытяжке пигментов добавить вдвое больший объем бензина?
4. Какова будет окраска спиртового и бензинового слоя, если к вытяжке пигментов добавить небольшое количество бензина?
5. Как доказать, что окраска хлорофилла зависит от наличия металла в порфириновом ядре его молекулы?

Лабораторная работа № 24.
Оптические свойства пигментов

Материалы и оборудование. Спиртовая вытяжка пигментов зеленого листа (см. лаб. работу № 16), раствор ксантофилла, полученный при разделении пигментов по Краусу (см. лаб. работу № 18), раствор каротина, полученный при разделении пигментов по Краусу или приготовленный из корнеплода свежей моркови, концентрированный раствор пигментов, этиловый спирт, спектроскоп, плоские кюветы, пипетки, цветные карандаши.

Ход работы. Основное свойство хлорофилла – это его способность поглощать световую энергию, причем поглощение света является не сплошным, а избирательным. В этом можно убедиться, пропуская белый свет через раствор хлорофилла, а затем разлагая его при помощи призмы. При этом отдельные участки спектра окажутся поглощенными, и на их

месте будут видны темные полосы. Полученный спектр является спектром поглощения.

Хлорофилл обладает и другим оптическим свойством – флюоресценцией, возникающей при избирательном поглощении световых лучей. При поглощении света часть молекул хлорофилла переходит в энергетически возбужденное состояние, которое является неустойчивым. Переход молекул хлорофилла из возбужденного состояния в основное сопровождается излучением световой энергии. Это явление флюоресценции является признаком оптической активности вещества. Хлорофилл имеет красную флюоресценцию.

В живых листьях содержание хлорофилла может меняться в зависимости от условий произрастания. При недостатке освещения концентрация хлорофилла в листьях обычно повышается, что дает возможность растениям увеличивать количество поглощаемого света.

Полосы поглощения желтых пигментов лежат в сине-фиолетовой части спектра.

Опыт №1. Флюоресценция хлорофилла. В пробирку наливают 4-5мл спиртовой вытяжки пигментов листа, в которой преобладает хлорофилл, и рассматривают ее поочередно в проходящих и отраженных лучах. В первом случае пробирку с вытяжкой располагают между глазом и источником света, а во втором случае – сбоку от источника света. В отраженных лучах будет заметна красная флюоресценция хлорофилла.

Зарисовать окраску спиртовой вытяжки пигментов в проходящих и отраженных лучах света. Сделать вывод.

Опыт №2. Спектры поглощения пигментов листа. Налаживают освещение щели и шкалы спектроскопа, получают четкое изображение полного спектра, совпадающее со шкалой. Затем наливают спиртовой раствор пигментов в кювету и устанавливают его перед щелью спектроскопа. Рассматривают спектр поглощения. Полосы поглощения будут в красной и сине-фиолетовой части спектра. Рассматривают спектры поглощения ксантофилла и каротина.

Раствор каротина можно также получить из корнеплода моркови. Для этого корнеплод моркови натирают на терке, заливают небольшим количеством бензина и через несколько часов кашицу отфильтровывают.

Цветными карандашами зарисовать полный спектр видимого света, спектры поглощения хлорофилла, ксантофилла и каротина. Полосы поглощения на рисунке заштриховать черным карандашом. Сделать выводы.

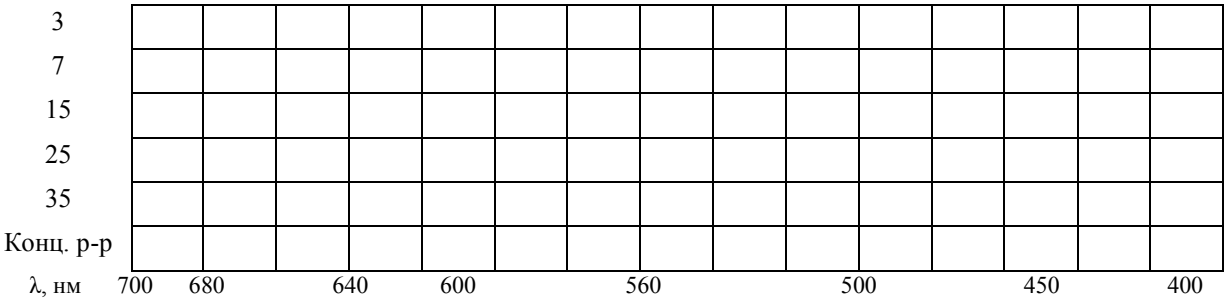
Опыт №3. Получение спектрограммы хлорофилла. Для этой работы заранее готовят очень концентрированный раствор пигментов. Его получают из сухих растертых листьев (лучше крапивы). Растертые листья заливают небольшим количеством этилового спирта. Через 10-15 часов концентрированный раствор пигментов фильтруют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

фильтр. Раствор должен быть такой концентрацией, чтобы в проходящем свете он имел темно-зеленую окраску.

В пять плоских кювет наливают по 3-5мл чистого этилового спирта. Затем в каждую добавляют по несколько капель концентрированного раствора пигментов, последовательно увеличивая концентрацию. В первую наливают 3 капли, во вторую – 7, в третью – 15, в четвертую – 25 и в пятую – 35 капель. В шестую кювету наливают концентрированный раствор пигментов. Содержимое кювет хорошо перемешивают. С помощью спектроскопа просматривают спектры поглощения хлорофилла.

Зарисовать спектры поглощения хлорофилла, располагая один под другим. С левой стороны спектрограммы против каждого спектра указывают количество капель вытяжки в растворе. На спектрах точно показывают полосы поглощения, заштриховывая их черным карандашом в зоне соответствующих длин волн. Сделать выводы о характере поглощения лучей хлорофиллом в зависимости от концентрации его спиртового раствора.

Спектрограмма хлорофилла



Контрольные вопросы.

1. Почему хлорофилл имеет красную флюоресценцию?
2. Все ли пигменты зеленого листа способны флюоресцировать?
3. Какие особенности химического строения молекулы хлорофилла позволяют поглощать этому пигменту красную и сине-фиолетовую часть спектра?
4. Чем отличаются друг о друга спектры поглощения хлорофилла, ксантофилла и каротина?
5. Почему спектр поглощения хлорофилла зависит от его концентрации?

Лабораторная работа № 25.
Фотосенсибилизирующее действие хлорофилла на реакцию переноса водорода (по Гуревичу)

Материалы и оборудование. Метиловый красный (насыщенный раствор в этиловом спирте), спиртовая вытяжка пигментов листа (см. лаб

работу № 16), аскорбиновая кислота (кристаллическая), этиловый спирт, пипетки, 4 пробирки, штатив для пробирок, черная бумага, электрическая лампа.

Ход работы. Хлорофилл является фотосенсибилизатором, т.е. способен переносить поглощенную энергию солнечного света на хлорофилл-ловушку. Это происходит в естественных условиях, а в искусственных – может переносить водород. Фотосенсибилизирующая роль хлорофилла может быть продемонстрирована в модельных реакциях. Для этого в качестве источника водорода берут аскорбиновую кислоту, а акцептора – метиловый красный, который присоединяя водород, восстанавливается в неокрашенное лейкосоединение. Аскорбиновая кислота окисляется в дегидроаскорбиновую кислоту. Эту реакцию легко наблюдать, поскольку она связана с обесцвечиванием метилового красного; окраска же хлорофилла остается без изменений.

Берут 4 пробирки: в первые три, наливают по 5мл спиртовой вытяжки хлорофилла, в четвертую – 5мл этилового спирта. В первую, вторую, четвертую пробирки вносят по 50мг кристаллической аскорбиновой кислоты и несколько раз хорошо встряхивают растворы. Во все пробирки с хлорофиллом прибавляют по каплям насыщенный спиртовой раствор метилового красного до тех пор, пока зеленая окраска не перейдет в красно-бурую. В четвертой пробирке окраску раствора доводят с помощью индикатора до ярко-розовой. Вторую пробирку закрывают чехлом из черной бумаги, а затем пробирки ставят в штатив и освещают электрической лампой, расположив на расстоянии примерно 15см от штатива на 10-15 минут.

Результаты опыта записать в таблицу. Сформулировать вывод с объяснением результатов опыта в каждой пробирке.

№	Условия опыта	Состав растворов				Результаты
		Хлорофилл, мл	Этиловый спирт, мл	Аскорбиновая кислота, мг	Раствор метилового красного, мл	
1	свет	5	-	50	+	
2	темнота	5	-	50	+	
3	свет	5	-	-	+	
4	свет	-	5	50	+	

Контрольные вопросы.

1. На чем основано фотосенсибилизирующее действие хлорофилла?
2. Сочетание, каких условий и факторов, данного опыта, является доказательством фотосенсибилизирующей активности хлорофилла?

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
Высшего профессионального образования
«Башкирский государственный педагогический университет
им. М. Акмуллы»

(ФГБОУ ВПО «БГПУ им. М. Акмуллы)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КУРСОВЫХ РАБОТ

для студентов I-IV курсов
естественно-географического факультета

УФА 2012

УДК 349
ББК 67

Печатается по решению учебно-методического совета Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы

Методические рекомендации по подготовке курсовых работ по зоологии для студентов I-IV курсов естественно-географического факультета / сост. В.Н. Саттаров [Текст] – Уфа: Изд-во БГПУ, 2012. – 12с.

Методические рекомендации по подготовке курсовых работ по зоологии включает требования к оформлению титульного листа и содержания курсовой работы (введение, обзор литературы, материал и методы исследований, результаты исследований, заключение или выводы, список литературы).

Рекомендации предназначены, для студентов естественно-географического факультета, но могут быть полезны также для студентов других ВУЗов, обучающихся по биологическим и сельскохозяйственным направлениям (специальностям).

Составитель: В.Н. Саттаров, д.б.н., профессор кафедры биологии и биологического образования ФГБОУ ВПО «БГПУ им. М.Акмуллы»;

Рецензент: М.Б. Удалов, к.б.н., с.н.с. (УНЦ РАН ИБГ).

ISBN

@ Издательство БГПУ, 2012

СОДЕРЖАНИЕ

Введение …….. 4
Образец оформления титульного листа курсовой работы ……. 5
Образец оформления содержания ……. 6
Основные требования к оформлению содержания курсовой работы …… 7
Требования к разделу «Введение» …… 8
Требования к разделу «Обзор литературы» ……. 8
Требования к разделу «Материал и методы исследований» ….. 10
Требования к разделу «Результаты исследований» …… 10
Требования к разделу «Заключение» или «Выводы» ……. 12
Требования к разделу «Список литературы» ……... 12

ВВЕДЕНИЕ

Курсовая работа выполняется после завершения лекционного и лабораторного курса и имеет целью улучшить качество профессиональной подготовки будущих специалистов по биологии, закрепить полученные студентами в ходе аудиторных занятий теоретическое положения курса зоологии.

Основными задачами выполнения и написания курсовой работы по зоологии являются: углубленное изучение таксономических групп животных, развитие навыков самостоятельной работы с представителями фауны в природе и лаборатории, а также научной и научно-популярной литературой; умение ставить и проводить экспериментальные работы.

Написание курсовой работы ориентирует студентов на написание будущей выпускной квалификационной работы (диплома).

Настоящие руководство имеет своей целью познакомить студентов с порядком оформления титульного листа, содержания курсовой работы, а также со стандартными требованиями написания основных пунктов курсовой: «Введение», «Обзор литературы», «Материал и методы исследований», «Результаты исследований», «Заключение или выводы», «Список литературы».

Образец оформления титульного листа курсовой работы

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
Высшего профессионального образования
«Башкирский государственный педагогический университет
им. М. Акмуллы»

(ФГБОУ ВПО «БГПУ им. М. Акмуллы)

Факультет _____
Кафедра _____
Специальность (направление)____
Курс _____

КУРСОВАЯ РАБОТА

ТЕМА «_____»

Выполнил:

Научный руководитель:

Уфа 20__

Образец оформления содержания

СОДЕРЖАНИЕ

Введение …….. **x**
Глава 1. …… **x**
Глава 2. ……. **x**
Глава …… **x**
……. **x**
Выводы или заключение……... **x**
Список литературы ……... **x**

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СОДЕРЖАНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа развивает навыки самостоятельной работы студентов. Она позволяет путем решения конкретных вопросов в учебном процессе приобщить студента к научным исследованиям и воспитать у него ответственность за качество выполняемой работы. Курсовая работа способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, полученных студентом, применению этих знаний в практической деятельности.

Необходимо, чтобы курсовая работа была основана на фактическом материале, полученном при проведении эксперимента, на полевой практике, в научной работе членов кафедры и студенческих кружков. Ее тема должна быть актуальной и комплексной. Выполняя курсовую работу, студент может подготовиться к написанию и защите выпускной квалификационной работы (дипломной работы). Объем курсовой работы не должен превышать 25 – 30 страниц машинописного (компьютерного) текста. Текст может быть рукописным при условии четкого и аккуратного его написания. Титульный лист оформляют по представленному образцу (см. образец), Оглавление или содержание следует за титульным листом, с указанием страниц каждой главы. Все разделы, кроме введения, заключения (или выводов), списка литературы и приложения (если оно имеется), получают порядковые номера, обозначаемые арабскими цифрами. Каждую главу можно подразделить на параграфы, номера которых должны состоять из двух арабских цифр, разделенных точкой: первая означает номер соответствующей главы, вторая – параграфа. Например: 1.3. – это третий параграф первой главы и т.д.

Текст работы выполняют на стандартных листах формата А4 (ориентация книжная), оставляя поля: слева – 35 мм, справа – 15 мм, сверху – 20 мм и снизу – 25 мм. Вписывать формулы, условные знаки и отдельные слова, выполнять рисунки, чертить графики и т.д. допускается от руки черными чернилами или тушью.

Введение, главы, выводы и предложения, список использованной литературы начинают с новой страницы. Переносы слов в заголовках не допускаются, точку в конце не ставят. Между заголовками и последующим текстом оставляют интервал. Названия глав и параграфов должны соответствовать их содержанию и быть краткими. Все страницы работы последовательно нумеруют арабскими цифрами. Нумерация должна быть сквозной от титульного листа до последнего приложения, включая таблицы и иллюстрации, расположенные на отдельных страницах. При этом на титульном листе и оглавлении (или содержании), которые являются первой и второй страницами, номера страниц не проставляются. Текст должен быть написан логически последовательно, грамотным, литературным языком. Никакие сокращения слов и названий не разрешаются. Первое упоминание в тексте или таблице названия

животного, а также растения приводится по-русски и по-латыни с указанием автора, его описавшего. В дальнейшем сокращенное родовое и полное видовое название употребляется по латыни без фамилии автора вида. Если в работе приводят фаунистический список видов, то фамилии авторов, описавших эти виды, указывают только в списке. В работе не рекомендуется писать длинных фраз, приводить общеизвестные положения, следует избегать повторения. Приводимые в тексте цитаты должны быть не слишком громоздкими и обязательно сопровождаться ссылками на источники. Не следует злоупотреблять описанием большого количества фактов и излишними подробностями, загромождающими работу и снижающими ее качество. В тексте необходимо приводить наиболее яркие и убедительные примеры для подтверждения выдвигаемых в работе положений или обоснования выводов. Цифровой материал нужно выносить в сводные таблицы, имеющие свой порядковый номер и заглавие. Диаграммы не должны дублировать данных, приводимых в таблицах. Цифровые данные, графики, схемы, диаграммы, фотографии и другие материалы могут быть помещены или среди текста, или в приложении.

ТРЕБОВАНИЯ К РАЗДЕЛУ «ВВЕДЕНИЕ»

Этот раздел содержит обоснование актуальности темы, состояние изученности вопроса, цель и задачи исследования. Объем не должен превышать 1,5 – 2 страницы.

ТРЕБОВАНИЯ К РАЗДЕЛУ «ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ»

Данный раздел представляет собой систематизированный анализ со ссылками на авторов и их труды. Он должен быть кратким (не более 4 страниц), отражающим все ценное, что достигнуто наукой и передовой практикой. Его излагают по принципу постепенного суживания диапазона рассматриваемых вопросов, от общих положений к теме исследования. При этом студент критически оценивает интересующий его материал литературных источников, делает соответствующие выводы и формулирует задачи, которые должны быть решены в курсовой работе. Начинать работу с литературой необходимо с учебника, основанного на фундаментальных трудах и статьях, посвященных последним достижениям науки. Следует использовать реферативные журналы. Необходимо постоянно следить за выходом новинок научной литературы. Нельзя ограничивать знакомство с литературой узким кругом работ, непосредственно касающихся выбранной темы. Необходимо как можно глубже изучить существо проблемы, узнать биологию объекта рассматриваемой темы. В то же время при написании обзора используют только ту литературу, которая непосредственно касается разрабатываемого вопроса. Нужно иметь в виду, что курсовая работа не должна являться

рефератом книг и статей. Студент должен творчески применять знания, полученные в университете, показать умение работать с научной литературой, разбираться в сущности изучаемых вопросов, анализировать и делать выводы. Литературные факты приводятся не в виде их простого перечисления или фрагментарного изложения содержания цитируемых работ, а как критическое обсуждение прочитанного. Важно, чтобы обзор литературы был хорошо увязан с собственными результатами, изложенными в тексте работы. Если сведения берутся у какого-либо автора, то его фамилия и год издания работы ставятся в скобки. В этом случае перед фамилией цитируемого автора обязательно ставят инициалы. Если цитируется несколько работ одного и того же автора, то все они должны быть отмечены временем их издания. Каждая из этих работ должна быть указана в списке литературы. Если же работы какого-либо автора вышли в один год, их можно обозначить строчными буквами алфавита. При цитировании работы, составленной двумя авторами, в тексте приводятся обе фамилии. Если авторов более двух, то указывают только первую фамилию и добавляют слова «и др.». Если какой-либо вопрос освещается рядом авторов, но в разных источниках, то можно перечислить лишь некоторые из них. При этом должна соблюдаться последовательность выхода работ по годам. В тех случаях, когда необходимо указать источник, использованный не в подлиннике, а на основании цитирования в другой работе, в текст вставляют сведения об авторе этого источника, а в сноске (внизу страницы) приводят данные относительно другой публикации со словами «цит. по» или «приводится по». Допускается также делать ссылку и в самом тексте.

При цитировании изданий, автор которых не указан (словари, справочники и др.), в тексте приводят название этого издания полностью или сокращенное.

В эколого-фаунистических и зоогеографических работах выделяется в самостоятельный раздел «Природно-географическая характеристика района исследований». В раздел включают сведения о географическом положении, рельефе, климате, флоре и фауне, изучаемого района. Необходим строгий отбор фактов, имеющих непосредственное отношение к теме работы. Например, если изучают почвенную фауну, то наиболее подробно описывают почвы, если объект изучения связан с водой – внутренние воды, если это обитатель лугов или степей, то подробно описывают высоту, густоту и видовой состав травянистых растений и т.д. Объем этого раздела не должен превышать 6–8 страниц. Сведения для его написания получают из географических и геоботанических справочников, сводок и монографий. Используемые издания включают в список литературы.

ТРЕБОВАНИЯ К РАЗДЕЛУ «МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ»

В этом разделе сообщаются сведения об объекте исследования. Указывают систематическое положение (класс, отряд, семейство, род, вид). Если исследования проведены на группе особей одного вида, описывают пол, стадию развития, возраст, физиологическое состояние, происхождение (из природы или лабораторной культуры). Затем указывают объем собранного материала (количество собранных видов, проделанных опытов, протяженность учетных маршрутов, количество учетного времени и т.д.). Указывают сроки, в течение которых собран материал, здесь же излагают методику, которую исследователь использовал в своей работе. Если она общепринята, то упоминают только ее название со ссылкой на автора и год издания. Если применялись разные методики, то следует указать, с чем это связано.

ТРЕБОВАНИЯ К РАЗДЕЛУ «РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ»

Этот раздел, включает основную часть работы. В нем раскрывается содержание темы. В основе этого раздела лежат собственные экспериментальные данные или наблюдения, полученные в природе. Они должны быть подробно описаны, при этом следует особо подчеркнуть то новое, что получено автором. Эта часть работы должна в четкой форме раскрывать творческий замысел автора. Можно выделить не одну, а несколько глав, параграфов и пунктов в этом разделе. Здесь же помещают таблицы, графики, схемы, фотоснимки и т.д., которые оформляются на отдельных листах. Все таблицы в тексте (если их 2 и более) должны иметь сквозную по всей рукописи нумерацию, обозначаемую арабскими цифрами. При порядковом номере таблицы знак № не ставят. Например: таблица 3; в таблице 5 показаны. На каждую таблицу обязательно должна быть сноска в тексте. Таблица имеет два заголовка: нумерационный и тематический. Нумерационный заголовок начинают с заглавной буквы и помещают обычно над тематическим (заголовком) в правом углу. Слово «таблица» пишут курсивом полностью, после цифры, обозначающей порядковый номер, точку не ставят. При наличии в рукописи только одной таблицы нумерационный заголовок (т.е. слово Таблица) не нужен. Тематический заголовок обязателен для любой таблицы и должен быть составлен так, чтобы его можно было понять независимо от текста. Тематический заголовок пишут с заглавной буквы и в конце его точку не ставят. Каждая графа таблицы должна быть озаглавлена. Заголовки граф пишутся с заглавной буквы (Табл.).

Таблица. Результаты морфометрических измерений рабочих пчел

Название морфометрических признаков	**Наименование показателей**	**Пасеки и полученные результаты морфометрических измерений рабочих особей пчел *Aps mellifera***			
		Пасека №1	**Пасека №2**	**Пасека №3**	**Пасека №4**
Длина хоботка, мм	*M±m*	6,24±0,089	6,22±0,069	6,23±0,072	6,32±0,217
	lim	6,10-6,40	6,10-6,35	6,15-6,40	6,10-7,00
Длина правого переднего крыла, мм	*M±m*	9,36±0,169	9,36±0,168	9,34±0,071	9,27±0,213
	lim	9,30-10,00	9,10-9,90	9,30-9,60	8,90-9,90
Ширина правого переднего крыла, мм	*M±m*	3,19±0,127	3,17±0,105	3,17±0,094	3,12±0,099
	lim	3,10-3,50	3,10-3,46	3,07-3,46	3,10-3,46

Все заголовки в таблице пишутся, как правило, в именительном падеже единственного числа. В конце заголовка двоеточие не ставят. Повторяющиеся в вертикальных графах цифры, знаки, символы и т.п. заменять знаком повтора (–//–) нельзя. Десятичные дроби должны иметь одинаковую степень точности.

Текст, в котором комментируется содержание таблицы, должен обращать внимание на самое характерное и важное в ней, дополнять таблицу, ни в коем случае не пересказывать ее содержание, дублируя материал в текстовой форме.

Иллюстрации – важная составная часть работы. Они должны быть органически связаны с темой и отвечать ее задачам. Иллюстрации могут быть в виде фотографий, рисунков, схем, графиков, диаграмм, карт и т.п. Все они обозначаются одним наименованием – рисунок (рис.) и в тексте должны иметь единую нумерацию, обозначаемую арабскими цифрами. Если в работе только одна иллюстрация, ее не нумеруют. На все иллюстрации должна быть ссылка в тексте. Их приводят в строгой последовательности. В ссылках на иллюстрацию и в подписях к ним знак № не ставят. Подписи к иллюстрациям располагают под рисунками, а не над ними. Все подписи под рисунком должны иметь самостоятельное значение и должны быть понятны читателю без текста самой работы. Надписи на самой иллюстрации нужно избегать, их заменяют буквами или цифрами, а пояснения обозначенных деталей рисунка переносят в подрисуночные подписи или в основной текст работы. При заимствовании иллюстраций из книг, журналов и других изданий обязательна ссылка на автора, указывают инициалы, фамилию его и год издания. Если приведена точная копия оригинала, то перед инициалами ставят предлог из.

Например: (из А.И. Петрова, 1988). Если же внесены какие-либо изменения, то перед инициалами ставят предлог по. Например: (по Ю.А. Черевко, 1998). Ссылка на автора оригинала дается в скобках сразу же после подписи к рисунку. Предлоги «из» и «по» начинаются со строчной буквы. Например: Рис.1. Схема строения *Apis* (по Ю.А. Черевко, 2008). Издание, из которого заимствована иллюстрация, приводится в списке использованной литературы. Собственные графические рисунки, выполненные с натуры, помечаются в скобках словом «оригинал» после подписи к рисунку. Если же иллюстрацией служит фотография, то после подписи к ней делают пометку (фото автора) или, если снимок сделан другим лицом, в скобках указывают инициалы и фамилию этого лица.

ТРЕБОВАНИЯ К РАЗДЕЛУ «ЗАКЛЮЧЕНИЕ» ИЛИ «ВЫВОДЫ»

Этот раздел может быть построен как обсуждение проведенного исследования и представляет собой сжатое изложение полученных экспериментальных результатов, вытекающих из содержания курсовой работы. Они приводятся по пунктам и должны отражать то главное, что сделано в процессе работы. Выводы по работе должны соответствовать поставленным целям и задачам.

ТРЕБОВАНИЯ К РАЗДЕЛУ «СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ»

Список литературы оформляется в соответствии со стандартом ГОСТ Р 7.0.5-2008, который разработан с учетом основных нормативных положений международного стандарта ИСО 690:1987 «Документация. Библиографические ссылки. Содержание, форма и структура» (ISO 690:1987 “Information and documentation – Bibliographics references – Content, form and structure”) и международного стандарта ИСО 690-2:1997 «Информация и документация. Библиографические ссылки. Часть 2. Электронные документы и их части» (ISO 690-2:1997 “Information and documentation – Bibliographics references – Part 2: Electronic documents or parts thereof”).

Венер Нуруллович Саттаров

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КУРСОВЫХ РАБОТ

по зоологии для студентов I-IV курсов
естественно-географического факультета

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Ф.Г. Юмагужин, В.Р. Туктаров,
М.Г. Гиниятуллин, В.Н. Саттаров

ОСНОВЫ ПЧЕЛОВОДСТВА

Уфа
Башкирский ГАУ
2020

УДК 638(07)
ББК 46.91(я7)
Ю41

Рецензенты:
А. Г. Маннапов – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой аквакультуры и пчеловодства ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет-МСХА имени К.А. Тимирязева»;
Р. Г. Фархутдинов – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой биохимии и биотехнологии Башкирского государственного университета.

Юмагужин Ф. Г., Туктаров В. Р., М.Г. Гиниятуллин, Саттаров В. Н.
Ю41
Основы пчеловодства: учебное пособие / Ф.Г. Юмагужин, В.Р. Туктаров, М.Г. Гиниятуллин**,** В.Н. Саттаров – Уфа: Изд-во Башкирский ГАУ, 2020. - 148 с.

ISBN 978-5-7456-0684-7

В данном пособии приведены теоретические сведения и курс лабораторно-практических занятий по дисциплине «Основы пчеловодства» по направлениям подготовки специалистов «Ветеринария», бакалавров «Зоотехния» и «Биология». Рекомендуется для студентов высших учебных заведений сельскохозяйственного, биологического и педагогического профилей, энтомологов, специалистов в области сельского и лесного хозяйства.

УДК 638(07)
ББК 46.91(я7)

ISBN 978-5-7456-0684-7

© Юмагужин Ф.Г., Туктаров В.Р., М.Г. Гиниятуллин, Саттаров В.Н. 2019
© ФГБОУ ВО «Башкирский ГАУ», 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение …… 4

Тема 1. Биология пчелиной семьи…… 5

Лабораторная работа 1…… 5

Лабораторная работа 2…… 15

Лабораторная работа 3…… 27

Лабораторная работа 4…… 32

Лабораторная работа 5…… 40

Тема 2. Размножение пчелиной семьи…… 55

Лабораторная работа 6…… 55

Лабораторная работа 7…… 61

Тема 3. Болезни пчел……... 77

Лабораторная работа 8…… 77

Лабораторная работа 9…… 92

Лабораторная работа 10…… 99

Тема 4. Корма и кормление пчел …… 107

Лабораторная работа 11…… 107

Лабораторная работа 12…… 111

Лабораторная работа 13…… 123

Лабораторная работа 14…… 128

Лабораторная работа 15…… 132

Библиографический список …….. 141

Приложение …… 143

ВВЕДЕНИЕ

Пчелово́дство – отрасль сельского хозяйства, которая занимается разведением медоносных пчёл для получения мёда, пчелиного воска и других продуктов, а также для опыления сельскохозяйственных культур с целью повышения их урожайности.

Пчеловодство было известно задолго до нашей эры. В его истории различают несколько этапов:

Дикое пчеловодство – охота за мёдом и воском (гнёзда пчёл – пчелиные соты разыскивали в дуплах деревьев);

Бортевое пчеловодство – это особый вид пчеловодства, при котором пчелы живут в дуплах деревьев искусственно созданных человеком;

Колодное пчеловодство (пчёл содержали в неразборных ульях – колодах, дуплянках);

Рамочное пчеловодство (разведение пчелиных семей в разборных ульях с вынимающимися рамками).

Первый в мире рамочный улей сконструировал украинский пчеловод Пётр Прокопович в 1814 году. Изобретение Прокоповича положило основу рамочному пчеловождению и в России, и за границей. Высокотоварной отраслью пчеловодство стало во многих странах сельского хозяйства только после того, как в 1851 году Лангстротом в США был запатентован свой рамочный улей, где рамки извлекались сверху специальным устройством, а также благодаря изобретению чешским пчеловодом Ф. Грушкой медогонки .

Экономические и медосборные условия сегодня радикально отличаются от тех, в которых трудились пасечники прошлых веков. Микроклимат богатых лесов и полей в те времена способствовал обильному выделению растениями нектара с весны до осени.

В настоящее время вырубка лесов, ликвидация залежных земель, уничтожение сорняков химикатами стали причиной постоянного ухудшения условий медосбора (Пчеловодство, 1996). Причиной деградации пчеловодства является потеря самобытности или изменение генофонда аборигенных и районированных медоносных пчел в результате гибридизации с другими, в основном, с южными породами пчел, а также появление ряда губительных для пчел инвазионных и инфекционных болезней.

Поэтому в современных условиях необходимо постоянно модернизировать методы разведения медоносных пчел. От пчеловода требуется прочные теоретические и практические знания. Он должен быть в курсе последних достижений в отрасли, знать основы биологии, селекции и генетики пчел, ботаники медоносов. Пчеловод должен уметь организовать работу на пасеке наиболее рациональным и эффективным способом.

ТЕМА 1. БИОЛОГИЯ ПЧЕЛИНОЙ СЕМЬИ

Лабораторная работа 1

Состав пчелиной семьи. Морфологические особенности строения медоносной пчелы

Цель: изучить состав пчелиной семьи и морфологические особенности особей медоносной пчелы.

Оборудование и материалы:

1. Пробы медоносных пчел, фиксированные на спирту
2. Бинокуляр, микроскоп, лупа, чашки Петри, предметные стекла, пинцеты
3. Рисунки и муляжи медоносных пчел
4. Видеоматериал и слайды по анатомии медоносной пчелы

В сильных семьях медоносных пчел, разводимых на пасеках, среди лета насчитывается 60–70 тыс. особей, а в семьях-помесях – до 80-90 тыс. Обилие пчел в семье дает ей существенное преимущество в сборе пищи, так как нередко за 20-30 дней семья должна обеспечить себя кормом до следующего медосбора. Совместная жизнь большого числа особей позволяет пчелиной семье легче, перенести зимовку; при этом на поддержание необходимого тепла в расчете на единицу веса (на 1 кг или на 10 тыс. особей) пчелы значительно меньше расходуют энергии.

Пчелиная семья состоит из одной плодной матки, многих тысяч рабочих пчел и значительного числа трутней – самцов, живущих в семье только летом.

Матка (рисунок 1). По внешнему виду ее легко отличить от рабочих пчел – она длиннее и больше их. Средний вес матки в период откладывания яиц равен 0,25 г, тогда как вес рабочих пчел в среднем составляет 0,1 г. Длина тела матки 18–20 мм, а длина тела рабочих пчел 12-15 мм. Удлинено тело матки главным образом из-за большей величины брюшка, в котором основное место занимают хорошо развитые яичники. У рабочих пчел в спокойном состоянии крылья, сложенные на спинке, почти полностью закрывают брюшко. У матки же, имеющей более длинное брюшко, крылья полностью его не закрывают (рисунок 1).

Матки отличаются большой нетерпимостью друг к другу. При встрече они обычно вступают в схватку. Борьба продолжается до тех пор, пока более проворная и сильная не убьет жалом другую.

У матки не развиты органы, необходимые для работ в гнезде и для сбора пищи. Она только откладывает яйца и никаких других ра-

бот в семье не выполняет. В связи с ограниченной деятельностью матки мозг у нее менее развит, чем у рабочих пчел.



Рисунок 1. Слева направо: *а* - матка, *б* - рабочая пчела, *в* - трутень

Самостоятельно без пчел матка живет не более 2-3 дней, а в клеточке с небольшим количеством пчел (1-2 десятка) – 15-20 дней, иногда месяц. В семье же матка может жить до пяти лет, то есть во много раз больше, чем любая другая особь пчелиной семьи. В первые два года матка отличается высокой яйценоскостью, а с третьего года большинство маток снижает кладку яиц, и пчеловоды заменяют их молодыми.

Матка всегда находится в улье. Вылетает она только в первые дни жизни на облет и спаривание, а затем при роении. Кормом ее снабжают рабочие пчелы. Кал она тоже выделяет в улье, и рабочие пчелы его удаляют. С ранней весны и до осени матка откладывает яйца. Летом при благоприятных условиях матка может отложить 2000 и более яиц в сутки; при этом вес яиц, отложенных маткой за сутки, может равняться весу самой матки. Но такая высокая яйценоскость бывает непродолжительное время. За весенне-летний сезон хорошая матка откладывает 100-150 тыс. яиц.

Рабочие пчелы. Это женские особи, но у них недоразвиты яичники и другие части половых органов, в результате чего рабочие пчелы не способны к спариванию с трутнями. В нормальной семье с маткой они яиц не откладывают, но выполняют все работы по выращиванию расплода. Именно рабочие пчелы создают все виды продукции – мед, воск и опыляют цветки сельскохозяйственных растений. В тех же случаях, когда семья длительное время находится без матки и не имеет возможности вывести себе новую матку, у части пчел под влиянием усиленного белкового питания начинают развиваться яичники, и такие пчелы приобретают способность откладывать неболь-

шое число неоплодотворенных яиц. Из яиц рабочих пчел развиваются только карликовые трутни, поэтому эти пчелы получили название пчел-трутовок.

Все многочисленные работы в улье выполняют рабочие пчелы. Они чистят, охраняют и вентилируют гнездо, строят соты, выкармливают расплод, собирают нектар и пыльцу, перерабатывают их в мед и пергу и складывают в запас, поддерживают в гнезде необходимые температуру и влажность воздуха, приносят в улей воду, прополис (пчелиный клей), которым замазывают все щели в улье. Для выполнения указанных и некоторых других работ пчелы имеют соответствующим образом приспособленные и хорошо развитые органы.

Всех рабочих пчел в семье можно разделить на две группы. Наиболее молодые (до 14-20 дней) составляют группу ульевых (нелетных) пчел, которые выполняют главным образом работы внутри улья. Для освобождения кишечника от кала и ознакомления с местоположением своего улья эти пчелы, вылетают в хорошую погоду среди дня. Вторую группу составляют полевые (летные) пчелы, которые при благоприятной погоде и наличии взятка вылетают в поле для сбора нектара и пыльцы. Пчелы, выведенные весной и летом, живут в среднем 35-45 дней.

Трутни. Появляются они в пчелиной семье весной и летом. Трутня легко отличить от рабочей пчелы: он значительно большего размера и весит около 200 мг, то есть вдвое больше, чем рабочая пчела. Никакой работы трутни в семье не выполняют. Их назначение – спаривание с маткой. Каждая семья может вывести за весну и лето несколько тысяч трутней, хотя спариваются с маткой в среднем только 6-8 трутней. Обилие последних в семье создает большую насыщенность ими воздушного пространства в радиусе лёта маток и гарантирует быструю встречу матки с трутнями. При этом имеет значение не только сама встреча, но и, вероятно, некоторое соперничество между трутнями, что обеспечивает избирательное спаривание матки, То есть спаривание с наиболее развитыми, сильными самцами, от которых может быть получено полноценное потомство. Трутни живут около двух месяцев. Осенью пчелы изгоняют их из улья, и в зиму трутни обычно не остаются. Только в семьях с неплодными матками пчелы не изгоняют трутней, и они могут остаться в зиму.

Строение тела пчелы

Пчелы, как и все насекомые, имеют твердый, сложно устроенный кожный покров (кутикулу), представляющий собой наружный скелет. Он не только защищает органы пчелы от неблагоприятных внешних воздействий, но и служит для прикрепления (и в качестве

опоры) внутренних органов и мускулов. В состав кутикулы входит хитин – вещество, очень стойкое и одновременно мягкое и гибкое. В местах сочленения ножек, пластинок (сегментов), покрывающих тело, и в некоторых других местах кутикула образует тонкую перепонку с большим содержанием хитина; перепонка обусловливает возможность сгибания и разгибания различных члеников тела.

Тело пчелы покрыто волосками разной формы и назначения. Одни из них служат для чистки тела, другие – чувствительные волоски – для восприятия давления, колебания воздуха, то есть выполняют функцию органов чувств

Тело пчелы отчетливо разделяется на три подвижно соединенные между собой части: голову, грудь и брюшко (рисунок 2).

Голова представляет собой твердую коробку, в которой сосредоточены большая часть органов чувств и нервной системы. По бокам головы расположены большие выпуклые сложные глаза пчелы, состоящие из нескольких тысяч отдельных маленьких глазков. Кроме того, на темени пчелы находятся еще три небольших простых глаза.

От передней части головы отходит пара членистых усиков. Каждый усик состоит из одного длинного основного членика и жгутика. У рабочей пчелы и матки жгутик насчитывает 11 члеников, а у трутня – 12. Основным члеником усик присоединен к голове. Благодаря такому устройству усик может свободно двигаться во все стороны. На усиках расположены органы обоняния и осязания.



Рисунок 2. Строение тела пчелы**:** гл – голова; гр – грудь; бр – брюшко; 1 – усик; 2 – хоботок; 3 – переднее крыло; 4 – заднее крыло; 5, 6 и 7 – передняя, средняя и задняя ножки; 8 – брюшные сегменты; 9 – спинные сегменты

В нижней части головы, вокруг ротового отверстия, расположены сложно устроенные ротовые придатки. Сверху над ртом свисает, прикрывая его, верхняя губа. По бокам с передней стороны помещаются два прочных хитиновых валика – верхние челюсти, к которым прикреплены мощные мускулы, приводящие их в движение. С помо-

щью верхних челюстей пчела прогрызает крышечку, когда выходит из ячейки, грызет восковые соты, сгрызает дерево, расширяя леток. Челюстями пчела может схватить чужую пчелу, вынести из улья соринку, разорвать на цветке оболочку пыльника.

У задней стороны рта прикреплены две нижние челюсти и нижняя губа, образующие вместе сложноустроенный хоботок пчелы (рисунок 3). Каждая нижняя челюсть состоит из основного членика и наружной лопасти – тонкой заостренной пластинки. В нижней губе различают небольшое треугольное основание подбородка, толстый длинный членик – подбородок и отходящий от подбородка длинный тонкий членик – язычок с ложечкой на конце. Вдоль язычка расположены два щупальца нижней губы. Язычок покрыт тонкими волосками и состоит из большого количества хитиновых колец, вследствие чего он может изгибаться и закручиваться.

Нижние челюсти вместе с нижней губой прикреплены к общему основанию – подвесочному аппарату. Сближенные вокруг язычка, они действуют как один орган, образуя трубочку, по которой всасывается жидкая пища пчел – нектар, мед и вода.

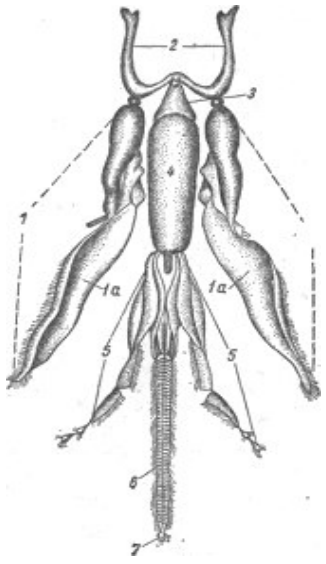


Рисунок 3. Хоботок рабочей пчелы в расправленном виде: 1 – нижняя челюсть; 1а – наружная лопасть нижней челюсти; 2 – подвесочный аппарат; 3 – основание подбородка; 4 – подбородок; 5 – щупальца нижней губы; 6 – язычок; 7 – ложечка

Пчела собирает мельчайшие капельки жидкости с помощью ложечки на конце язычка, и жидкость поднимается ко рту по капиллярной трубке, которая имеется в середине язычка.

Длина хоботка у среднерусских пчел примерно 6,4 мм. На севере пчелы имеют более короткий хоботок – 5,5-5,8 мм. По мере продвижения на юг длина хоботка местных пчел увеличивается. Самые

длиннохоботные пчелы водятся в горах Кавказа; длина их хоботка 6,9-7,2 мм.

Грудь пчелы состоит из четырех колец (сегментов), сросшихся между собой. Каждое кольцо складывается из четырех частей: спинной (тергит), брюшной (стернит) и двух боковых (плейриты). Первое кольцо служит для подвижного причленения головы к груди. Тергит этого кольца плотно соединен с грудью, а плейриты и стернит – с головой. Благодаря этому голова оказывается соединенной с грудью кольцеобразной пленкой (мембраной), позволяющей пчеле двигать головой во все стороны, что необходимо ей для работ в улье и на поле.

Второй грудной сегмент сильно разросся и покрывает всю спинную часть груди. Этот сегмент служит вместилищем для хорошо развитых мускулов, необходимых для полета. Третий грудной сегмент имеет вид узкого кольца. Четвертый сегмент груди по своему происхождению относится к брюшным сегментам. Он прикрывает полость груди сзади и на заднем конце имеет отверстие для сочленения со стебельком, посредством которого грудь соединяется с брюшком.

Ко второму и третьему грудным сегментам пчелы (между тергитами и плейритами) прикреплены две пары тонких перепончатых крыльев. От мест между плейритами и стернитами первого, второго и третьего грудных сегментов отходят передняя, средняя и задняя пары членистых ножек.

В брюшке сосредоточена большая часть основных внутренних органов – кишечник, сердце, органы выделения, дыхания, защиты, а также половые органы. Брюшко пчелы и матки состоит из шести колец, а брюшко трутня – из семи. Переднее кольцо образует брюшной стебелек, которым грудь пчелы соединена с брюшком. Остальные сегменты брюшка сочленены между собой таким образом, что каждый последующий сегмент своим передним краем заходит под край предыдущего. Все кольца брюшка соединены тонкой эластичной хитиновой пленкой. Такое устройство брюшка придает ему большую подвижность и позволяет пчеле увеличивать и уменьшать его объем. Объем брюшка может увеличиться на одну восьмую часть его длины и на одну двадцатую часть его ширины. Возможность увеличивать объем брюшка имеет большое значение для дыхания, для переноса нектара при сборе его с цветков и для жизни пчелы в зимний период, когда в ее кишечнике накапливается много кала.

На третьем, четвертом, пятом и шестом брюшных полукольцах находятся восковыделительные железы, по паре на каждом полукольце. Воск через тончайшие поры выделяется наружу и затвердевает в виде чешуек на лишенных волосков местах кожного покрова, на-

зываемых восковыми зеркальцами. У матки и трутня восковыделительных желез нет.

В конце брюшка у пчелы и матки помещается орган защиты – жало. У трутня жала нет.



Рисунок 4. Ножки пчелы: m – тазик; в – вертлуг; б – бедро; г – голень; кл – клапан; шп – шпорце для сбрасывания обножки; чл – членики лапки; кз – корзиночка

Ножки. Пчела имеет три пары членистых ножек (рисунок 4). К груди пчелы прикреплен членик, называемый тазиком, причем суставное соединение обеспечивает возможность движения ножек пчелы во все стороны. К тазику присоединен второй, короткий, членик – вертлуг, к нему самый большой членик – бедро, а затем голень, за которой находятся пять члеников лапки.

Заканчивается ножка двумя маленькими коготками, между которыми находится сложноустроенная подушечка (рисунок 5). Коготками пчела пользуется во время хождения по шершавой поверхности (дереву, сотам). Когда же пчела идет по гладкой, скользкой поверхности (например, по стеклу), то она опирается на подушечки, которыми как бы присасывается к такой поверхности.

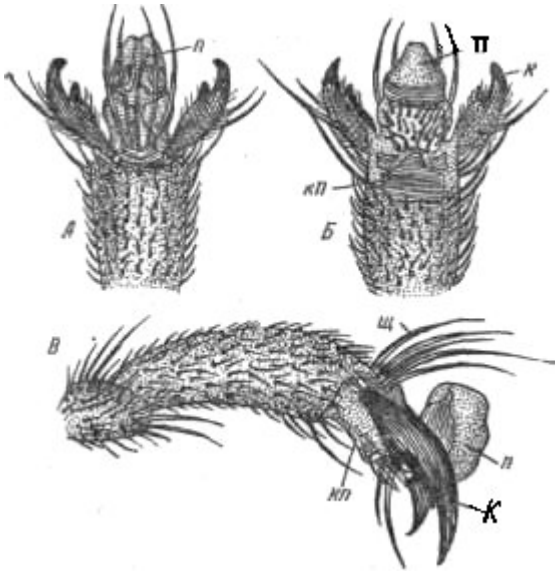


Рисунок 5. Коготки рабочей пчелы: А – вид сверху; Б – вид снизу; В - вид сбоку; п - подушечка; к - коготки: щ - щетинки; кп - коготковая пластинка

Все членики ножек соединены между собой так, что могут двигаться только в одном направлении. В середине члеников находятся мускулы, приводящие в движение соответствующие членики ножки.

На передних ножках пчелы имеется приспособление для чистки усиков. Приспособление для чистки усиков устроено следующим образом. На внутренней стороне верхнего края первого членика лапки (пятки) есть выемка, покрытая короткими и прочными волосками, а от голени отходит небольшой отросток (клапан), который может прикрывать эту выемку. Пчела вкладывает в нее усик, прижимает отростком и двигает усик, очищая его от пыли и цветочной пыльцы.

Очистка тела пчелы имеет большое значение. Во время полета и при сборе нектара и пыльцы на цветках кожный покров пчелы покрывается цветочной пыльцой, пылью и т. д., что затрудняет и даже делает невозможным восприятие внешних раздражений этими чувствительными органами. Для очистки тела на средних ногах имеется специальное шпорце, которыми пчела еще сбрасывает в ячейку комочки пыльцы из корзиночек.

На задних ножках имеется еще корзиночка для складывания пыльцы во время сбора ее на цветках и переноса затем в улей. Она находится на наружной стороне верхнего конца голени (по краям этого членика расположены ряды длинных крепких волосков). Собирая пыльцу, пчела смешивает ее с нектаром, чтобы пыльца смогла удержаться в корзиночке. Комочки пыльцы, собранной в эти корзиночки, называются обножкой. У матки и трутня корзиночки отсутствуют.

Крылья. У пчелы две пары крыльев. Состоят они из разветвленной сетки прочных поперечных и продольных жилок, между которыми натянута тонкая прозрачная пленка. Такое строение обеспечивает одновременно легкость и прочность крыла. Длина переднего крыла пчелы 9,2 мм, ширина 3,1 мм. Задние крылья значительно меньше передних.

В спокойном состоянии пчела складывает свои крылья на спинке вдоль тела. Когда же пчела взлетает, обе пары крыльев расправляются, и переднее крыло, соединяясь с задним, образует одну большую пластинку с каждой стороны тела. Соединение крыльев достигается тем, что на переднем крае заднего крыла расположен ряд (17-28) крючочков (зацепок), а на заднем крае переднего крыла имеется складка, за которую крючочки могут зацепляться (рисунок 6).

В груди у пчелы расположены мощные мускулы, которые приводят в движение крылья во время полета. Крылья сочленены с плейритами так, что при каждом взмахе изменяется, и плоскость пластинки крыла. Во время одного взмаха крыло пчелы совершает движения

троякого рода: 1) подъем и опускание, 2) движение вперед и назад относительно тела и 3) изменение наклона плоскости крыла. При опускании крыла создается главным образом подъемный эффект (поддержание тела в воздухе), а при его подъеме – поступательный, продвигающий тело пчелы вперед.

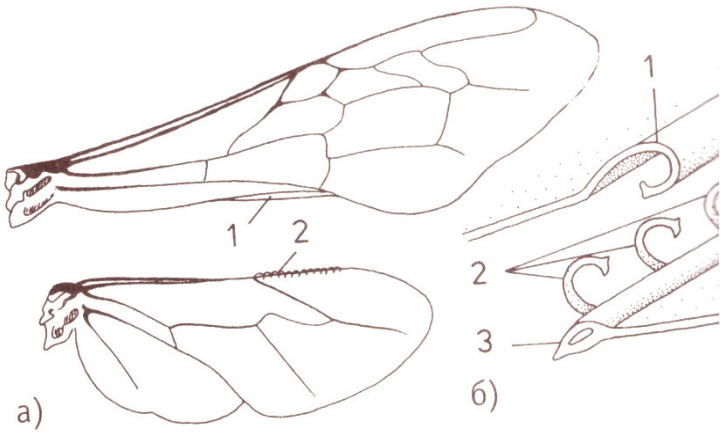


Рисунок 6. а) переднее крыло - 1, заднее крыло - 2; б) разрез в месте зацепления крыльев: складка - 1, ряд крючков - 2, разрез жилки крыла - 3

Во время полета пчела делает 200-250 взмахов в секунду. Без груза пчела может лететь со скоростью до 65 км в час, а с грузом – со скоростью 20–30 км в час. Дальность полета достигает 3-4 км и более (от улья). Однако хорошо использовать взяток пчелы могут лишь в том случае, если им приходится летать до него не дальше 2 км.

Жало. Устроено оно довольно сложно (рисунок 7). Центральное место занимают салазки, от которых отходят парные-отростки и пластинки. К салазкам прилегают два подвижных стилета, напоминающих иголки с зазубринами, обращенными концами назад.



Рисунок 7. Жало пчелы

У пчелы в спокойном состоянии жала не видно; оно втянуто в брюшко. Когда же пчела жалит, то стилеты выдвигаются и вонзаются в кожу человека или животного. При этом зазубрины на стилетах не позволяют пчеле вытянуть жало назад, и при попытке пчелы взлететь жало отрывается от ее тела вместе с частью других органов. Пчела без жала, с поврежденными органами вскоре погибает (через 2-4 часа).

Стилеты жала продолжают вонзаться в ранку и после того, как жало оторвется от тела пчелы. Это происходит под воздействием мускулов, прикрепленных к стилетам и неподвижным частям жала; мускулы двигают стилеты, и они все глубже и глубже проникают в кожу.

Когда пчела жалит другую пчелу, то в покрове ее тела образуется широкое отверстие с ломаными краями, что дает возможность пчеле вынуть жало обратно. В таком случае пчела после ужаления остается жить. Яд пчелы, вводимый в ранку во время ужаления (через полости внутри салазок и стилетов жала), вырабатывается в железистых клетках большой ядовитой железы. Эта железа имеет резервуар, в котором накапливается секрет железы. Во время ужаления секрет большой ядовитой железы, проникая в рану, причиняет жгучую, но непродолжительную боль. Ужаление, как правило, вызывает сначала покраснение вокруг ужаленного места, а потом опухоль, которая может держаться 2-3 суток.

Люди, постоянно работающие с пчелами и подвергающиеся частым ужалениям, привыкают к яду пчел.

Задание

1. Изучить состав пчелиной семьи и научиться определять особи медоносных пчел
2. На влажных препаратах под лупой рассмотреть особенности тела рабочей пчелы: голову, грудь, брюшко.
3. Под бинокуляром рассмотреть и изучить строение головы медоносной пчелы, обратить внимание на строение глаз и ротового аппарата.
4. Под бинокуляром рассмотреть и изучить строение крыльев и ног.
5. Под бинокуляром рассмотреть и изучить строение жалоносного аппарата.

Контрольные вопросы

1. Из каких особей состоит пчелиная семья и в чем их отличие?
2. Как устроено тело пчелы?
4. В чем функциональные особенности ног и крыльев пчелы?
5. Как устроен хоботок и жало пчелы ?

Лабораторная работа 2
Строение систем органов медоносной пчелы

Цель: Изучить анатомию медоносной пчелы, особенности органов кровообращения, пищеварения, выделения, размножения и нервной системы.

Оборудование и материалы:

5. Пробы медоносных пчел, фиксированные на спирту
6. Бинокуляр, микроскоп, лупа, чашки Петри, предметные стекла, пинцеты
7. Картинки и муляжи медоносных пчел
8. Видеоматериал и слайды по анатомии медоносной пчелы

Кровообращение, пищеварение и обмен веществ у медоносной пчелы.

Для нормальной жизни, работы и размножения пчелам, как и другим животным, требуется корм, в состав которого входили бы основные питательные вещества – белки, углеводы и жиры. Кроме того, пчелам нужны еще в небольших количествах минеральные соли и витамины.

Пища пчел. Все перечисленные вещества пчелы получают из двух продуктов, которые являются для них естественной пищей, из нектара и пыльцы, собираемых с цветков растений.

Нектар содержит много воды – до 50% и более. В гнезде пчелы перерабатывают его в мед. Переработка состоит из трех процессов: испарения излишней воды, разложения сложного сахара на простые и придания меду кислой реакции.

Для испарения излишней влаги пчелы раскладывают свежий принесенный нектар понемногу в ячейки, заполняя их лишь на 25–30% всего объема, благодаря чему поверхность нектара увеличивается, а испарение воды ускоряется. Одновременно пчелы вентилируют улей, способствуя удалению из него излишней влаги. Нектар несколько раз смешивается со слюной пчелы, содержащей ферменты инвертазу и амилазу. Под влиянием инвертазы сложный тростниковый сахар нектара превращается в более простые сахара – плодовый и виноградный. Амилаза же расщепляет крахмал. Одновременно в нектар попадает фермент, превращающий часть глюкозы в глюконовую кислоту. При этом как побочный продукт выделяется перекись водорода, нейтрализуемая ферментом каталазой. В результате зрелый мед всегда имеет кислую реакцию.

Когда содержание воды в нектаре уменьшится до 20%, пчелы наполняют ячейки доверху и запечатывают их тонкими восковыми крышечками.

Пыльца состоит из мельчайших пыльцевых зерен, покрытых прочной оболочкой (из клетчатки). Из пыльцы пчелы приготовляют в улье пергу. Пыльца и перга являются для пчел основными источниками белков, жиров, минеральных солей и витаминов. Без пыльцы пчелы не могут выкармливать личинок и выделять воск.

Собранную с цветков растений пыльцу (обножку) пчелы смачивают нектаром и уплотняют в пчелиных ячейках, а верхний слой обильно пропитывают медом, вследствие чего он становится непроницаемым для воздуха. В этих условиях в ячейке происходит превращение пыльцы в пергу.

Пищеварение (рисунок 8). Расщепление сложных составных частей пищи на более простые и всасывание последних происходят в кишечнике, который состоит из передней, средней и задней кишок. Передняя кишка включает глотку, пищевод, медовый зобик и промежуточную трубку – клапан.

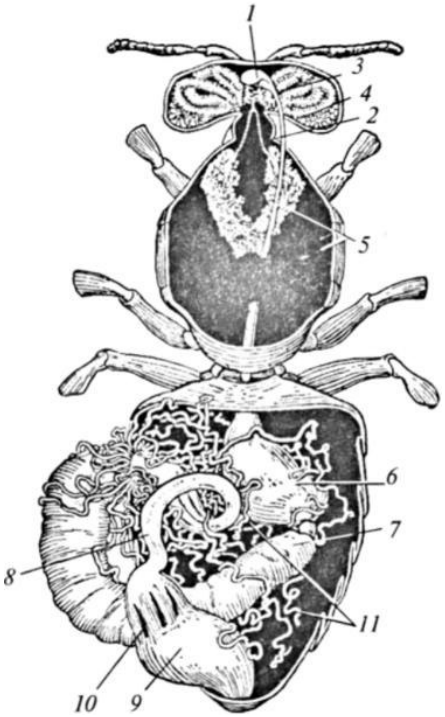


Рисунок 8. Пищеварительная система пчелы: 1- глотка, 2 - пищевод, 3 – мандибулярная железа, 4 – гипофарингиальная железа, 5 – грудные железы, 6 – медовый зобик, 7 – средняя кишка, 8 – тонкая кишка, 9 – толстая кишка, 10 – ректальные железы, 11- мальпигиевы сосуды

За медовым зобиком находится средняя кишка (желудок) – орган, в котором переваривается и всасывается пища. Средняя кишка соединена с медовым зобиком особой промежуточной трубкой – клапаном. Благодаря клапану пища может переходить из медового зобика в среднюю кишку, но не может перемещаться обратно (из средней кишки в медовый зобик).

Вещества, оставшиеся не переваренными, сгущаются и проталкиваются в задний отдел кишечника, сначала в тонкую кишку, а затем в толстую. Здесь продолжается всасывание воды вместе с питательными веществами и дальнейшее сгущение кала. Экскременты выделяются из кишечника пчелы вне улья во время полета.

Толстая кишка имеет складчатые стенки, и поэтому вместимость ее может в несколько раз увеличиваться. Благодаря этому кал у пчелы накапливается в задней кишке в течение всей зимы; выделяется он наружу лишь весной во время первого очистительного облета.

В стенках толстой кишки находится шесть ректальных желез. Они выделяют фермент каталазу, которая предохраняет содержимое кишки от гнилостного разложения.

Слюнные железы. У пчелы их четыре пары. Примыкают они к переднему отделу кишечника. Секреты этих желез входит в состав молочка, которым они кормят личинок, содержат инвертазу необходимую для превращения собираемого нектара в мед, а жироподобный секрет служит для смазывания трущихся частей хоботка. Секрет заднегрудной железы играет роль слюны, с помощью которого пчелы растворяют твердые кристаллики сахара.

Кровообращение. Кровь пчелы представляет собой бесцветную жидкость (плазму), в которой плавают также неокрашенные кровяные тельца – гемоциты. Кровь пчелы не содержит красных кровяных телец (эритроцитов) и не выполняет, следовательно, функции переносчика кислорода к клеткам тела. Гемолимфа разносит питательные вещества по всему телу и доставляет их к каждому органу, к каждой клетке. Она также вбирает в себя продукты распада белка – вещества, ненужные и вредные для организма, чтобы затем удалить их из тела (эту функцию выполняют органы выделения).

Гемоциты крови выполняют защитную функцию: они окружают бактерии, отмершие клетки и разные посторонние вещества, попавшие в тело пчелы, растворяют и рассасывают их. Эта функция гемолимфы носит название фагоцитоза (поглощение клеток).

Основным органом, приводящим гемолимфу в движение, является сердце, расположенное в верхней (спинной) части брюшка пчелы (рисунок 9). Сердце пчелы представляет собой трубку, разделенную на пять камер. Каждая камера отделена от соседней клапаном, который пропускает жидкость только в одном направлении. Передний конец сердца сужается, образуя аорту – тонкую трубку, которая проходит через всю грудь, доходит до головы и там заканчивается.

Движение гемолимфы в сердце происходит в результате последовательных сокращений камер. Из головы гемолимфа течет в грудь, где омывает мускулы, и затем попадает в нижнюю часть брюшка.

В брюшке у пчелы имеются две диафрагмы – брюшная и спинная. Благодаря им движение гемолимфы и в брюшке носит направленный характер: жидкость сначала попадает в нижний отдел брюшка, затем в средний, откуда насасывается в верхнюю околосердечную полость. Проходя мимо средней кишки, гемолимфа обогащается поступающими из нее питательными веществами, затем снова попадает в сердце и таким образом совершает свой круговорот в теле пчелы

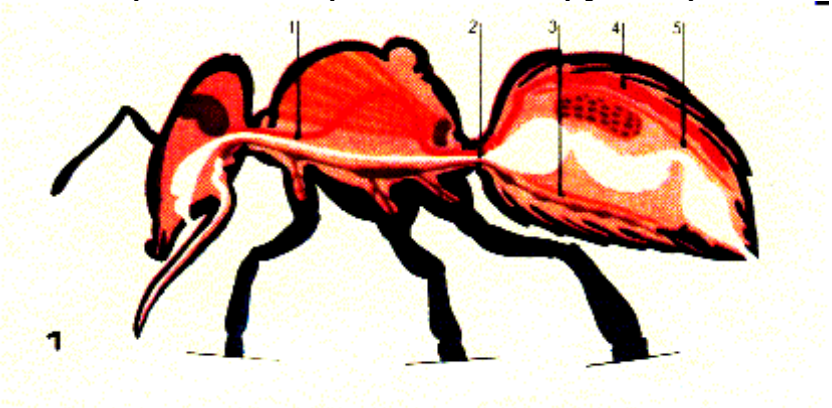


Рисунок 9. Кровеносная система пчелы: 1 - аорта; 2 - пели аорты; 3 - брюшная диафрагма; 4 - сердце; 5 - спинная диафрагма

В тесной связи с гемолимфой находится жировое тело, в котором сосредоточены запасные питательные вещества – гликоген, белок и жир. Когда в гемолимфу попадают излишки сахара, то они откладываются в жировом теле в виде нерастворимого в воде вещества – гликогена. В жировом теле откладываются также излишки белка и жира. При недостаточном питании пчелы протекает обратный процесс.

Дыхание. При дыхании осуществляются доставка кислорода ко всем органам и клеткам тела и удаление из тела углекислого газа и избытка воды в виде водяных паров. У пчелы все тело пронизано мельчайшими трубочками – трахеями, по которым воздух непосредственно подходит ко всем органам и клеткам тела (рисунок 10).

По бокам тела пчелы расположены особые отверстия – дыхальца, имеющие сложное строение. На груди пчелы находится три пары, а на брюшке – шесть пар дыхалец. Воздух сначала попадает в полость – дыхательную камеру, стенки которой покрыты волосками; здесь воздух очищается от пыли и посторонних примесей. От дыхалец отходят короткие толстые трубки, впадающие в большие воздушные мешки, которые служат резервуарами для воздуха. От воздушных мешков отходят многочисленные трахеи, разветвляющиеся на все более и более тонкие трубки; последние заканчиваются тончайшими

трахеолами и трахейными клетками, которые пронизывают все части тела и органы пчелы. Стенки трахеол очень тонки и проницаемы для воздуха. В них происходит обмен газов.

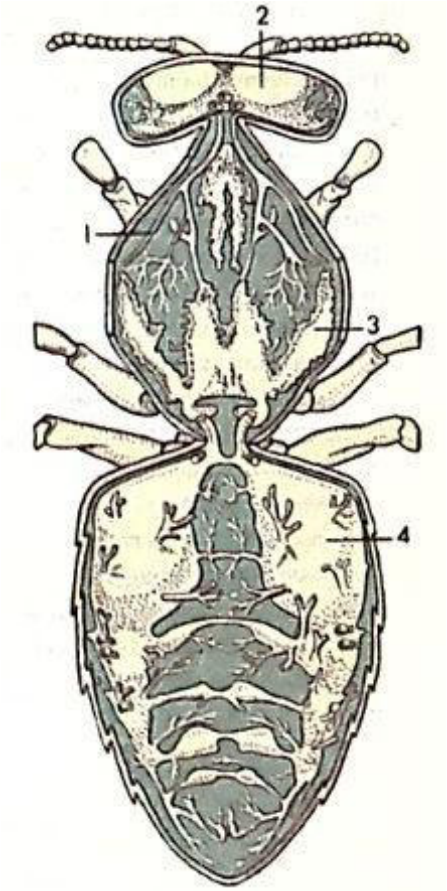


Рисунок 10. Дыхательная система рабочей пчелы: 1 – трахея, 2 – головные воздушные мешки, 3 – грудные воздушные мешки, 4 – брюшные воздушные мешки

Пчелы при дыхании выделяют из организма излишек водяных паров. При сильном возбуждении они могут потреблять так много корма, что их организм не в состоянии удалять весь излишек воды, и тогда происходит запаривание пчел, при котором они становятся мокрыми и погибают.

Выделение. Образующиеся в организме пчелы в результате белкового обмена мочевая кислота и соли попадают в гемолимфу и удаляются затем из тела органами выделения. Эту функцию у пчел выполняю так называемые мальпигиевы сосуды (рисунок 8). Они состоят из трубочек длиной около 20 мм и толщиной от 0,1 до 0,01 мм. Трубочки впадают в просвет кишечника в том месте, где средняя кишка переходит в тонкую кишку. Эти сосуды омываются со всех сторон гемолимфой.

Стенки трубочек состоят из однослойного эпителия, клетки которого обладают способностью вбирать из гемолимфы мочевую кислоту и другие продукты распада белков и осаждать их в виде зерен.

Размножение и развитие пчелы

Половые органы матки состоят из парных яичников, парного и непарного яйцеводов, влагалища и семяприемника. Яичники матки размещены в брюшке. Яичник напоминает по форме грушу: вначале он тонкий с загнутым концом, но постепенно расширяется (рисунок 8). Тонким концом яичник обращен к голове, а широким – к концу брюшка матки. Каждый яичник состоит из яйцевых трубочек, их около 180–200. В яйцевых трубочках зарождаются и развиваются яйца.

Хорошо развитые крупные матки имеют длинные яйцевые трубочки с 12-13 камерами. У мелких маток лишь по 6-7 камер в трубочке. Чем больше яйцевых трубочек, а в трубочках камер, тем больше яиц развивается в яичнике одновременно и тем больше яиц матка может отложить. Созревшие яйца из яйцевых трубочек попадают в парный яйцевод–широкие трубки, отходящие от каждого яичника. Затем трубки яйцевода сливаются вместе в один непарный яйцевод, который переходит во влагалище и заканчивается половой щелью.

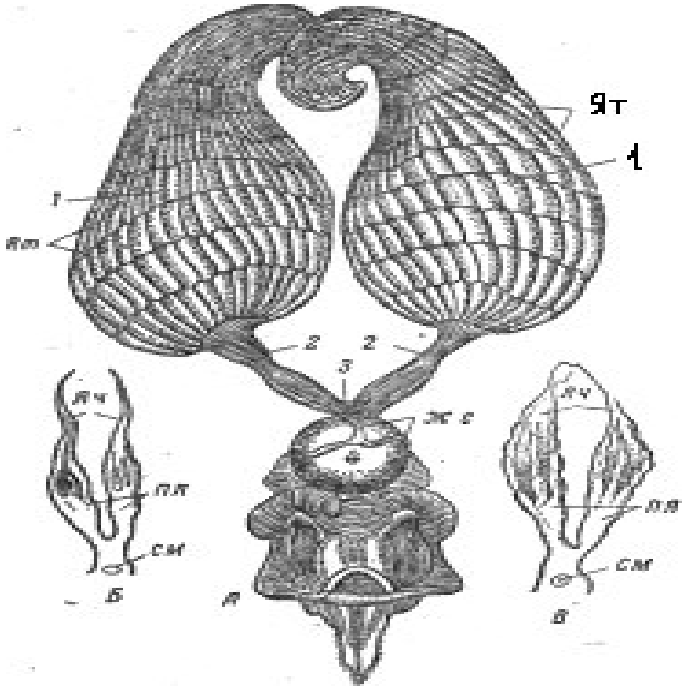


Рисунок 11. Половые органы матки (А), рабочей пчелы (Б) и пчелы-трутовки (В): 1 - яичники (ят - яйцевые трубочки); 2 - парный яйцевод; 3 - непарный яйцевод; 4 - семяприемник (же - железа семяприемника), яч - яичники; пя - парные яйцеводы; см - зачаток семяприемника

В том месте, где трубки парного яйцевода переходят в непарный, открывается проток семяприемника. Семяприемник представляет собой мешочек, в котором хранятся сперматозоиды, поступившие от трутней при спаривании. На одно яйцо попадает 12 сперматозоидов.

Когда матка кладет яйца в пчелиную ячейку или в мисочку, из семяприемника выделяется мельчайшая капелька жидкости со сперма-

тозоидами. Когда же матка кладет яйца в трутневые ячейки, то жидкость со сперматозоидами на яйцо не попадает. Такое яйцо остается неоплодотворенным. Половые органы рабочих пчел состоят из двух недоразвитых нитеобразных яичников, в которых содержится 3-5, самое большее 19-21 также недоразвитых яйцевых трубочек. У рабочей пчелы семяприемника нет, и она утратила способность к спариванию.

Половые органы трутня состоят из двух семенников, половых путей с придаточными железами и копулятивного аппарата. Семенник состоит из многочисленных слегка извилистых трубочек – семенных канальцев, в которых созревают сперматозоиды. Сперматозоиды затем перемещаются в семенные пузырьки, которые у взрослого трутня увеличиваются в размере и содержат от 1,5 до 3 $мм^3$ спермы. Семенной пузырек, суживаясь на конце, впадает в просвет большой придаточной железы, вырабатывающей слизь. Далее отходит семяизвергательный канал, расширяющийся в луковицу и заканчивающийся сложноустроенным копулятивным органом.

Спаривание маток с трутнями происходит только в воздухе, вне улья. Благодаря этой особенности матка обычно спаривается с неродственными ей трутнями. Спаривание маток с трутнями обычно происходит в наиболее теплые часы дня при температуре не ниже 25°. Большинство маток вылетает на спаривание 1-2 раза, а некоторые матки – до 3-4 раз. В среднем матка спаривается с 6-8 трутнями.

После спаривания последним трутнем матка зажимает жалоносную камеру и происходит отрыв копулятивного органа трутня. После же его отрыва дальнейшее спаривание матки становится невозможным, и она возвращается в улей, имея «знак оплодотворения», или «шлейф».

Если матка не спарилась с трутнями в течение 30-35 дней, то она обычно утрачивает способность к спариванию, прекращает вылеты из улья и становится трутневой (откладывает неоплодотворенные яйца, из которых развиваются трутни).

Биологическое значение процесса оплодотворения заключается в том, что таким образом получаются организмы с двойной наследственностью: материнской и отцовской. Двойная наследственность обусловливает большую жизнеспособность организма и более широкие возможности его приспособляемости к меняющимся условиям жизни.

Развитие пчелы. Внутри отложенного яйца находится яйцеклетка с ядром и желток, представляющий собой питательное вещество, необходимое для развития зародыша.

Стадия яйца у пчелы длится трое суток. За это время в яйце происходит усиленное деление клеток и развитие зародыша. К концу третьего дня из яйца уже вылупляется вполне сформировавшаяся маленькая личинка (рисунок 12). Она белого цвета и не имеет ни ножек, ни глаз. Тело личинки состоит из головки и ясно видимых 13 колец-сегментов. Большую часть тела личинки занимает средняя кишка. На переднем конце тела имеется ротовое отверстие, затем небольшая передняя кишка, соединяющая рот со средней кишкой. Личинка за все время своего развития кала не выделяет.

Сердце у личинок в спинной стороне тела и имеет вид длинной трубки, состоящей из 12 камер одинакового размера. Тело личинки пронизано трахеями (без воздушных мешков), заканчивающимися дыхальцами на боковых сторонах тела. Органами выделения служат четыре толстых мальпигиевых сосуда.

У личинки имеются еще особые, присущие ей органы. К ним относятся прядильная железа в виде двух длинных трубок, соединенных в непарный выводной проток. Она выделяет нить, быстро твердеющую на воздухе, из которой личинка прядет свой кокон.

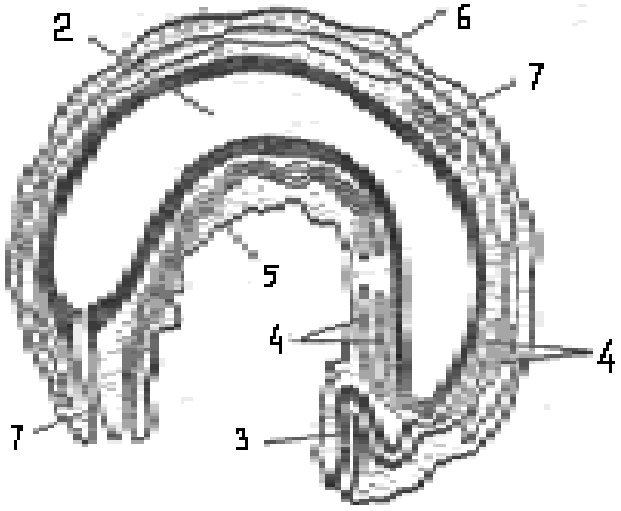


Рисунок 12. Личинка пчелы в продольном разрезе 1 – передняя кишка; 2 – средняя кишка; 3 – задняя кишка; 4 – мальпигиевы сосуды; 5 – прядильная железа; 6 – сердце; 7 – зачатки половых органов

Стадия личинки пчелы продолжается 6 дней и к концу шестого дня вес ее достигает 143 мг. После чего пчелы запечатывают ее тонкой проницаемой для воздуха крышечкой.

По мере роста личинка несколько раз линяет, то есть сбрасывает с себя шкурку, в которой ей уже тесно; взамен ее вырастает новый покров, большего размера. В запечатанной ячейке личинка прядет кокон. Через 24 часа прядение кокона заканчивается, и тогда личинка становится неподвижной. Она линяет последний раз и превращается в куколку. В теле куколки происходят сложные процессы. Ее личи-

ночные органы распадаются, а взамен их развиваются органы взрослой пчелы, в том числе крылья, ножки, жало. Тело разделяется на голову, грудь и брюшко. Внешне куколка уже напоминает взрослое насекомое, но только белого цвета.

Процесс развития рабочей пчелы от яйца до выхода взрослой особи продолжается 21 день; из них 9 дней пчела находится в открытой ячейке и 12 дней – в запечатанной. Трутень же развивается дольше, чем рабочая пчела. Стадия яйца у него длится 3 дня (как и у рабочих пчел), стадия личинки – 6,5 дней. В запечатанной ячейке трутень находится 14,5 дней. Всего со дня откладывания яйца до выхода взрослого трутня проходит 24 дня.

Развитие матки. Пчелы выращивают маток в особых больших ячейках – маточниках, отстраиваемых при подготовке к роению на ребрах сотов, а при внезапной гибели матки на обычных пчелиных ячейках. У маток стадия яйца длится тоже трое суток, но вышедшей личинке пчелы дают настолько много молочка, что она плавает сверху в массе маточного корма. Через 5,5-6 суток личинка заканчивает рост, и пчелы запечатывают маточник, который тогда имеет вид желудя. В запечатанном маточнике обычно остается довольно много не съеденного корма. Этим кормом личинка продолжает питаться во время прядения кокона. Через 7,5-8 суток в маточнике уже бывает развитая матка. Она прогрызает круглое отверстие на вершине маточника и выходит из него. Пчелы могут вывести себе матку и из любой пчелиной личинки 1-2-дневного возраста, развивающейся в пчелиной ячейке. Для этого они сгрызают окружающие ячейки, уничтожая в них личинок, и расширяют выбранную ячейку, перестраивая ее в маточник.

Органы чувств, нервная система и поведение пчел.

Ориентируется пчела во внешней среде, или, как говорят, оценивает факторы внешней среды, с помощью органов чувств, воспринимающих раздражения от окружающих предметов. У пчелы имеются следующие органы чувств: зрение, обоняние, осязание, вкус и слух.

Зрение. У пчелы имеются три простых и два сложных глаза. Простой глаз состоит из прозрачной линзы, образующей бугорок на хитиновом покрове головы. С внутренней стороны к линзе подходит слой зрительных клеток, от которых в мозг пчелы отходят зрительные нервы.

Сложные глаза пчелы состоят из 4-5 тыс. (у трутня свыше 8 тыс.) маленьких отдельных глазков (омматидиев), образующих на поверхности глаза шестиугольные площадки – линзы, окруженные

волосками. Каждый глазок имеет отдельную линзу, под которой находятся прозрачный хрустальный конус и хрустальная палочка. Такое изображение, слагающееся из отдельных маленьких частей в каждом глазке, называют мозаичным, а способ восприятия изображения мозаичным зрением. Выпуклое расположение сложных глаз на голове позволяет пчеле охватывать огромное поле зрения, что необходимо для ориентировки во время полета. Сложные глаза пчелы воспринимают поляризированный свет, а это важно для ее ориентации по небу при нахождении взятка и возвращении в улей (как известно, глаз человека не может отличить поляризованный свет от неполяризованного). Пчелы различают следующие основные цвета: желтый, сине-зеленый, синий, фиолетовый и ультрафиолетовый. Особенно хорошо пчелы различают ультрафиолетовый цвет – невидимый для человека, но широко распространенный в природе.

Пчелы могут различать и форму предметов. Опыты показали, что пчелы четко различают формы, напоминающие лепестки цветков и цветки, то есть обычно встречающиеся им в природе. Однако формы, с которыми они в природе не сталкиваются (треугольник, квадрат и др.), пчелы не различают.

Обоняние у пчелы сильно развито. Основное место, где находятся органы обоняния, – усики. На поверхности их имеются многочисленные углубления – обонятельные ямки, прикрытые сверху пористыми пластинками.

Пчелы хорошо различают запах пчелиного яда, который оказывает на них раздражающее действие. Они различают запах матки и хорошо отличают плодную матку от неплодной.

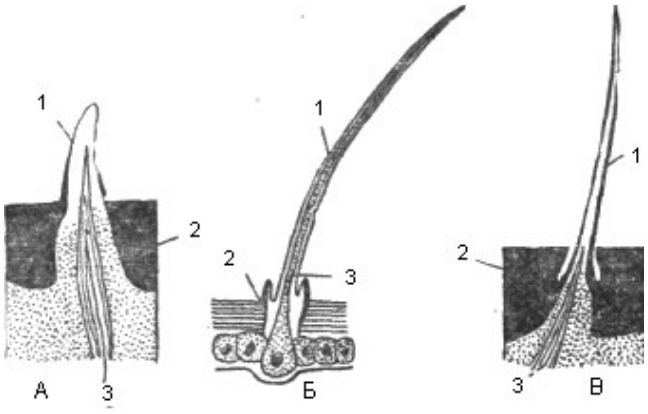


Рисунок 13. Органы осязания пчелы: А - осязательный конус;
Б и В - осязательные волоски 1 - волоски; 2 - хитиновый покров тела;
3 - нервные клетки

Матка выделяет так называемое «маточное вещество», восприятие которого указывает пчелам на ее присутствие в семье и препятствует закладке маточников и развитию яйцевых трубочек у пчел. У

пчел существует еще контактное обоняние (восприятие предмета при ощупывании его усиками). Так, ощупывая усиками, пчелы могут отличить особей своей семьи от чужих пчел.

Осязание вместе с обонянием дает пчеле возможность ориентироваться главным образом при работе в улье. Органы осязания находятся на усиках и разбросаны по всему телу. Состоят они из хитиновых волосков и осязательных конусов, к которым подходят нервные окончания (рисунок 13).

Вкус. Органы вкуса расположены у основания язычка и в ротовой полости пчелы. Органы вкуса контролируют корм, забираемый пчелой.

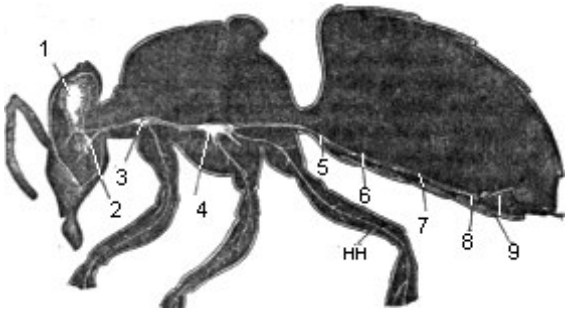


Рисунок 14. Нервная система пчелы (вид сбоку): 1 – надглоточный нервный узел; 2 – подглоточный нервный узел; 3 и 4 – грудные узлы брюшной нервной цепочки; 5–9 – брюшные узлы; нн– нервные нити конечностей

Слух пчел. Пчелы издают и воспринимают различные звуки, многие из которых имеют биологическое значение. Так, пчелиная семья издает характерные звуки, изменяющиеся в связи со взятком; специфические звуки возникают в семье, подготавливающейся к роевню. Пчела, готовая ужалить, издает своеобразные звуки, приводящие в раздражение других пчел. Безматочным семьям свойствен особый гул. Известны издавна звуки, именуемые «пением маток». Функцию согласования действий организма как целого с внешней средой выполняет нервная система. У пчелы выделяют центральную, периферическую и вегетативную нервные системы.

Центральная нервная система пчелы состоит из размещенного в голове большого надглоточного узла и отходящей от него брюшной нервной цепочки. От надглоточного узла отходят нервы к сложным и простым глазам пчелы и к усикам. Второй узел в голове – подглоточный соединен с надглоточным двумя нервными тяжами; от подглоточного узла идут нервы к хоботку и другим ротовым придаткам (рисунок 14).

Брюшная нервная цепочка состоит из двух параллельных стволов и утолщений – нервных узлов. Последние попарно срастаются между собой и образуют сложные узлы брюшной нервной цепочки. У

рабочей пчелы имеются семь таких узлов: два, самые крупные, в груди и пять в брюшке. От сложных узлов брюшной нервной цепочки ответвляются нервы к различным органам.

Поведение пчел в семье. Пчелиная семья, состоящая из нескольких десятков тысяч пчел, представляет собой единое целое, действия ее во многих случаях напоминают действие целостного организма. Жизнь и работа отдельной пчелы подчинена общим функциям всей семьи. Общественный образ жизни пчел определил и закрепил в их наследственности особые свойства, присущие семье в целом как биологической единице. Отдельная пчела погибает, ужалив человека или животное; для пчелы ее ужаление не может в связи с этим иметь какого-либо защитного значения. Но для семьи ужаление и гибель нескольких пчел имеют большое защитное значение, так как они охраняют семью в целом, ее гнездо и сложенные запасы корма. Отдельная пчела коченеет при температуре ниже 8° тепла; она не может зимовать. Семья пчел поддерживает температуру в улье в пределах 32-35° С.

Каким же образом пчелы семьи объединены в одно целое? У пчел существует много врожденных рефлексов, обеспечивающих их жизнь в семье как единое целое. Пчелы запоминают место расположения летка своего улья и, возвращаясь с поля, точно попадают в свою семью. Все пчелы семьи имеют свой, особый, характерный для семьи запах, по которому отличают пчелу своей семьи от чужой. Пчелы издают особый гул (призывной), на который собираются в одно место. В семье пчел осуществляется постоянный обмен пищи, который служит одним из факторов их объединения в одно целое. Постоянный обмен кормом позволяет пчелам быстро в любом месте гнезда находить для себя нужную по количеству и по качеству пищу, а также быстро распространять среди пчел семьи разные биологически активные вещества, регулирующие физиологические процессы и поведение пчел в семье.

Задание

1. Изучить строение усика, сложных и простых глаз, волосяного покрова медоносных пчел

2. На препаратах рабочей пчелы отпрепарировать брюшко и под бинокуляром рассмотреть строение сердца, пищеварительной системы, воздушные мешки, органы размножения и нервные ганглии .

3. На препаратах трутня отпрепарировать брюшко и под бинокуляром рассмотреть органы размножения.

Контрольные вопросы

1. Как устроены органы пищеварения у медоносных пчел и какую функцию они выполняют?
2. Как устроены органы кровообращения, дыхания и выделения?
3. В чем отличие органов размножения матки, рабочей пчелы и трутня?
4. Как протекает развитие разных особей медоносных пчел?
5. Какую роль играют нервная система и органов чувств в поведении пчел.

Лабораторная работа 3
Оснащение рамок проволокой и наващивание

Цель: Научиться сколачивать рамку, натягивать проволоку и наващивать рамку искусственной вощиной.

Оборудование и материалы:

1. Доска лекало для сколачивания рамок, заготовки рамок, молоток и гвозди
2. Ручной дырокол, шило, электродрель и шаблон для разметки отверстий
3. Станок для натягивания проволоки
4. Комбинированный каток или электронаващиватель, лекало

В гнезде пчелиной семьи перед основным медосбором должно быть не менее 200000 – 250000 пчелиных ячеек, в которых инкубируется расплод и размещается нектар, превращаемый в мед.

Соты, отстроенные на искусственной вощине пчелами должны быть достаточно прочными, чтобы при кочевке пчелиных семей к местам медосбора, отбора сотов с медами и их откачке на медогонке они не обрывались. Поэтому лист искусственной вощины соответствующим образом укрепляется в рамке, являясь основанием будущего сота, искусственная вощина придает ему прочность, облегчает и ускоряет работу пчел по отстройке пчелиных ячеек, что ограничивает отстройку трутневых ячеек.

Наващивание рамок искусственной вощиной

Для сколачивания рамок доска-лекало (рисунок 15). Доска-лекало представляет собой оправу с четырьмя закрайками, между которыми укладывают и прочно прижимают заверткой детали рамки. Детали рамок сколачивают 35 - 40 мм гвоздями, после чего ослабляют завертку и вынимают рамку. Для прокалывания отверстий в боко-

вых планках рамки применяют шило, шуруповерт, электрическую дрель со специальными насадками и ручной дырокол.

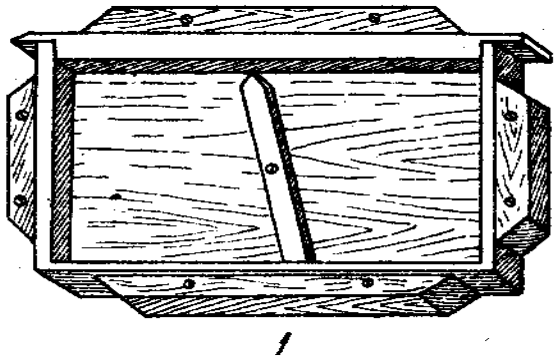


Рисунок. 15 Доска-лекало для сколачивания рамок

Шило должно иметь толщину не более 1,3 мм. Толстое шило может колоть рамки. Оно применяется в том случае, если на пасеке нет ручного или электрического дырокола. При работе шилом необходимо иметь шаблон для разметки отверстий (рисунок 16), это пластмассовая или железная пластинка с 4 или 5 отверстиями, по длине равная высоте рамки.

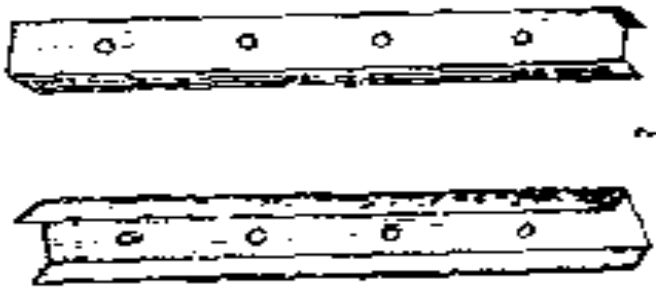


Рисунок 16. Шаблон для разметки отверстий

Первое отверстие сделано на расстоянии 12-15 мм от верхнего бруска рамки, остальные на равном расположении друг от друга.

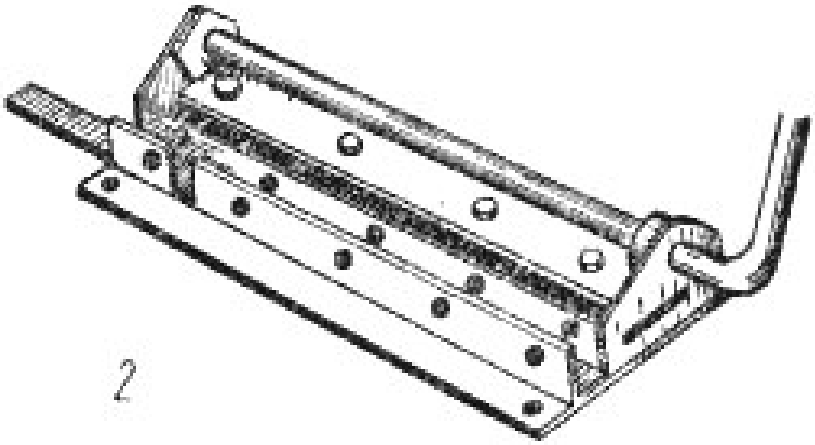


Рисунок 16. Ручной дырокол

Ручной дырокол ДКП (рисунок 16) служит для прокалывания отверстий в боковых планках ульевых рамок как обычных, так и с постоянными разделителями; в первом случае в паз дырокола вставляют металлический вкладыш, во втором – его убирают. Перед началом работы дырокол прикрепляют шурупами или гвоздями к жесткому основанию. В связи с возможностью перемещать ползун вместе с закрепленными в нем иглами, в планке можно прокалывать 5, 4 и 2 отверстия соответственно для однокорпусного, многокорпусного ульев и магазина.

Проволока. На рамку натягивают специальную луженую проволоку, которую последовательно продевают через проделанные отверстия и закрепляют с одного конца. Правильно натянутая проволока должна звучать наподобие струны. Для натягивания проволоки в рамки применяется станок (рисунок 17).

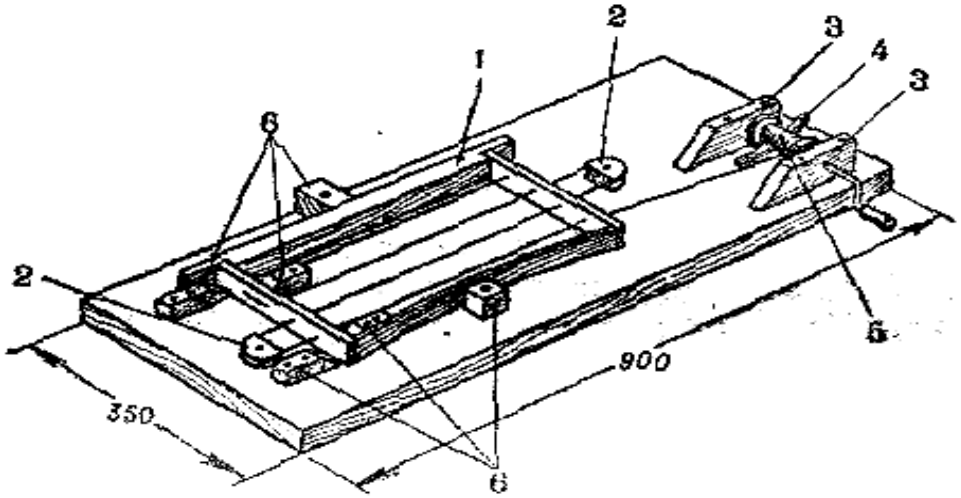


Рисунок 17. Станок для натягивания проволоки: 1 - рамка; 2 - направляющие полукруги; 3 - колодочка для установки валика с катушкой; 4 - притормаживающая плоская пружина; 5 - катушка с проволокой; 6 - зажимы

Станок состоит из доски, служащей ему основанием размером 900х360х30 мм, направляющих полукругов (2), облегчающих равномерное натягивание проволоки в рамке. Проволока Ø 0,5-0,6 мм находится в катушке (5). Вращением рукоятки катушки производится натяжение проволоки. Производительность достигает 60 рамок в час. При натяжении проволоки в ручную на одну рамку необходимо 3-4 минуты. Могут применяться другие формы самодельных станков для натягивания проволки.

Доска-лекало для наващивания рамок (рисунок 18.А) представляет собой дощатый щит толщиной 12 мм, к которому снизу прибиты две планки или лист фанеры. Концы планок должны выступать с обеих сторон щита на 25-30 мм. Щит делают несколько меньше внутреннего размера рамки. Так, для стандартной гнездовой рамки его ве-

личина составляет 410х260 мм, для гнездовой рамки многокорпусного улья – 410х190 мм и для магазинной рамки - 410х105 мм.

Доска-лекало при наващивании должна быть влажная или натерта жиром, при сухой доске лис вощины будет прикатываться к доске и при снятии рамки вощина будет отходить от проволоки. Прикатывают проволоку в вощину при помощи приспособлений.

Известен также станочек конструкции И.Ф. Киселева, в котором рамка закрепляется в наклонном положении.

Лекало необходимо для работ по прикреплению искусственной вощины к рамкам. Лучше, когда оно сделано из целой доски толщиной 12 мм. Длина лекала 410 мм, ширина 260 мм. Снизу к нему прибивают две планки, концы которых укладывают рамку при наващивании.

К верхнему бруску рамки искусственная вощина прикатывается катком (рисунок 18Б). Поверхность ролика катка рифленая. При прикатывании края листа искусственной вощины ролик должен захватывать половину ширины бруска. Некоторые пчеловоды вместо катка применяют деревянные брусочки.

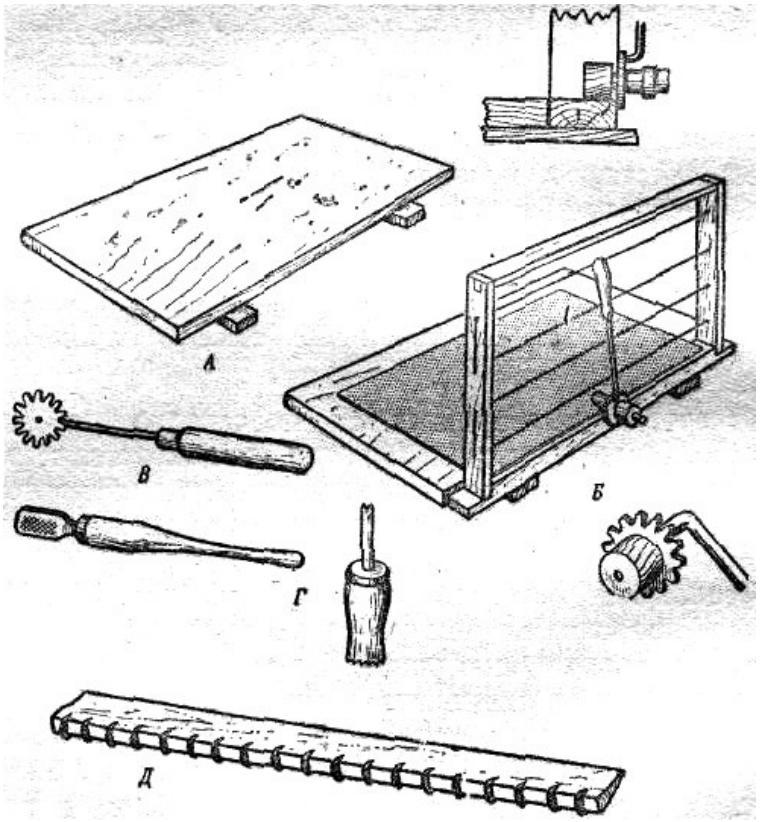


Рисунок 18. Инвентарь для наващивания рамок: А - лекало; Б - обыкновенный универсальный каток; В - шпора; Г - приборчик Ф.Х. Рахманкулова; Д - гребенка с металлическими пластинками для вдавливания проволоки в вощину

Впаивают проволоку в вощину при помощи шпоры (рисунок 18, В), на поверхности металлического колесика шпоры диаметром 22

мм сделаны мелкие зубья с выемкой по окружности, глубина которой должна соответствовать диаметру проволоки. Пчеловоды Башкирии для впаивания проволоки в вощину пользуются простым и удобным прибором конструкции Ф.Х. Рахманкулова (рисунок 18. Г).

Удобна для вдавливания проволоки в вощину специальная гребенка, равная по длине натянутой в рамке проволоке. На нижней кромке планки на равном расстоянии друг от друга сделаны 20-25 пропилов, в которых укреплены железные пластинки, выступающие на 8-10 мм (рисунок 18, Д). Прикладывая планку пластинами к проволоке, легким нажатием вдавливают ее в толщу листа вощины на необходимую глубину.

Комбинированный (универсальный) каток (рисунок 18, Б справа) предназначен для прикатывания края искусственной вощины к верхнему бруску, а также для впаивания в нее проволоки рамки. Состоит из ручки, металлического стержня, рифленого валика и зубчатого диска (шпоры). Размеры катка (мм): длина 222, диаметр валика 14, ширина его 11, диаметр шпоры 25, толщина -2.

Ручное наващивание рамок с применением описанных выше приспособлений, основанное на вдавливании проволоки в вощину, малопроизводительно. Пчеловоды крупных пасек с успехом применяют электронаващивание, при котором натянутая в рамке проволока, нагреваясь в результате пропуска через нее электрического тока определенной величины, впаивается в лист вощины.

Для нагревания проволоки достаточно пропустить ток напряжением 6-8 В. Для этого можно использовать автомобильный аккумулятор или понижающий трансформатор, который подключается к электросети. Электронаващивание можно производить при любой температуре и качество наващивания очень высокое.

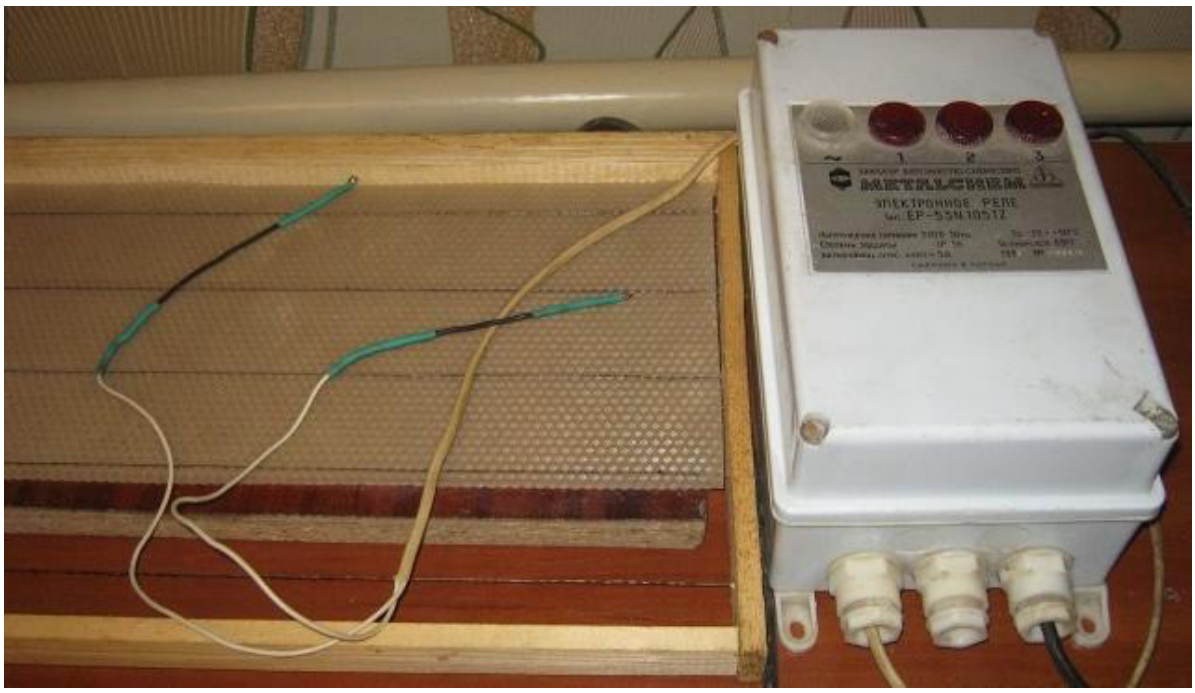


Рисунок 19. Электронаващиватель

Контрольные вопросы:

1. Какие инструменты и оборудование необходимо для сколачивания рамок?
2. Как производится натягивание проволки на рамку?
3. Какие способы наващивания рамок искусственной вощиной существуют?

Лабораторная работа 4

Изучение инвентаря и оборудования по уходу за пчелами

Цель: Изучить устройство, назначение и способы использования инвентаря, инструментов и оборудования при осмотре пчелиных семей и в технологии производства меда, воска, пчелиных маток, маточного молочка, прополиса, перги, пыльцы и пчелиного яда.

Обрудование:

1. Наглядные заводские экземпляры пчеловодного инвентаря и оборудования
2. Муляжи и картинки пчеловодного инвентаря и оборудования
3. Слайды и видеофильмы о применении пчеловодного инвентаря и оборудования;

В условиях специализации и интенсификации пчеловодства значительное место отводится – пасечному инвентарю и оборудованию . От степени совершенства инвентаря и оборудования зависит успешное освоение прогрессивных технологий производства продукции пчеловодства на основе комплексного использования пчелиных се-

мей. В процессе развития пчеловодства разработаны многочисленные образцы инструментов и оборудования, которые оказали влияние на повышение производительности труда в отрасли.

Сетка лицевая. Предназначена для защиты лица и шеи пчеловода от ужалений пчелами. Сетку изготовляют из светлой хлопчатобумажной ткани и черного тюля в лицевой части. Она чаще всего имеет вид шляпы. В верхней части шляпы и нижней части сетки вставлены проволочные круги, которые препятствуют соприкосновению лица с тюлем.

Халат белый или пчеловодный костюм. Предназначен для работы при уходе за семьями пчел, должен обеспечивать защиту тела пчеловода от ужалений пчел. Пчеловодный костюм имеет сшитую лицевую сетку и может быть в виде комбинезона.

Халат темный. Необходим при работе, связанной с переработкой воскосырья и выполнением хозяйственных работ.

Фартук. Рекомендуется использовать при переработке воскосырья, дезинфекции ульев. Может быть изготовлен из клеенки или прорезиненной ткани.

Дымарь. Необходим для образования струи дыма. С его помощью усмиряют пчел во время осмотра гнезда. При подкуривании дымом пчелы наполняют зобик медом и меньше жалят. Дымарь состоит из корпуса и меха (рисунок 20). Корпус дымаря делают из жести. В верхней части имеется открывающаяся коническая крышка с отверстиями для выхода струи дыма. Внутрь корпуса вставлен металлический стакан с решетчатым дном, в который кладут сухие гнилушки из несмолистых пород дерева, сухой торф, древесный гриб, кизяк.



Рисунок 20. Дымарь

Стамеска пчеловодная. Служит для разборки пчелиного гнезда, раздвигания рамок, очистки рамок и стенок улья от восковых наростов, прополиса и для выполнения многих других работ (рисунок 21).



Рисунок 21. Стамески разных типов

Скребок-лопатка. Применяется для очистки дна и стенок ульев. Как и стамеска, изготовляется из стали, но имеет более широкое лезвие.

Щетки. Применяются для сметания с сотов пчел при отборе рамок с медом и очистки дна улья. Рекомендуется пользоваться щетками только на пасеках, благополучных по карантинным заболеваниям пчел.

Ящики рамочные. Предназначены для переноса ульевых и магазинных рамок. Делаются из фанеры и деревянных брусков. Чтобы пчелы не проникали в ящик, его плотно закрывают крышкой или мешковиной.

Рабочий ящик. Служит для переноски пчеловодного инвентаря и различных материалов во время работы с пчелами на пасеке. Делают в виде табурета с 3 отделениями. В одно из боковых отделений ящика кладут инвентарь (стамеску, нож, маточные клеточки и др.), в другое складывают отрезки сотов (маточники) и другое восковое сырье, внутренний ящик используют для переноски гнилушек.

Тележка пасечная ТП или апилифт. Предназначена для транспортировки на пасеке ульев, корпусов и других грузов. Грузоподъемность 150 кг.

Подъемник ульев (наклонная плоскость). Предназначена для погрузки ульев на автомашину и выставки пчел из подземного зимовника.

Заградитель летковый. Предназначен для ограничения размеров летка и закрытия его при транспортировке ульев с пчелами. Предохраняет от проникновения мышей в улей. Металлическая пластинка с вырезами для прохода пчел закрывает весь просвет летка, другая двигается по желобу, регулируя размер летка. Прибивают к улью сразу после сборки гнезд на зимовку, еще до наступления холодов, чтобы мыши не проникали в улей на зиму. Заградители верхних вентиляци-

онных летков обычно изготавливаются из пластмассы и имеют разного размера отверстия.

Кормушки. Применяют для подкормки пчел сахарным сиропом при осеннем и весеннем пополнении запасов корма, для раздачи побудительной подкормки, лечебного сиропа и при дрессировке пчел.

Поилка ульевая. Служит для индивидуального поения пчелиных семей водой. Применяют в том случае, когда на пасеке имеются больные семьи и поилку общего назначения использовать нельзя. Кроме того, индивидуальное поение применяют при временной изоляции пчел в улье на период обработки растений ядами, при большой потере летных пчел.

Поилка пасечная. Служит для обеспечения водой пчел. Состоит из бака с краном и с наклонной доской с желобом.

Разделители рамочные. Предназначены для сохранения определенного промежутка между средостениями сотовых рамок в ульях в период кочевки. Бывают деревянные, пластмассовые и металлические.

Рама-контейнер. Предназначена для контейнерного содержания пчелиных семей. Удобное приспособление для крупных пасек при неоднократной кочевке. Затраты времени на погрузку и разгрузку ульев сокращается белее чем в три раза. Размеры 1999х1320 мм на 6 пчелиных семей.

Сетка вентиляционная СВ. Предназначена для улучшения вентиляции воздуха в улье в жаркие дни и при перевозке. Применяют и при защите пчел от мышей.

Весы для контрольного улья. Служат для измерения количества поступившего в улей нектара. Над весами устанавливается навес, защищающий контрольный улей от атмосферных осадков.

Скреп ленточный СЛ. Предназначен для скрепления частей ульев при перевозках. Выпускается в двух видах: из металлической ленты и из прорезиненного ремня. Оба скрепа имеют простой по изготовлению и надежности замок.

Паяльная лампа. Предназначена для дезинфекции ульев и другого инвентаря. После механической очистки от воска, прополиса внутреннюю поверхность улья обжигают до легкого побурения.

Маточная клеточка. (клеточка Титова). Используется для временной изоляции от пчел матки или маточника. Корпус сделан из жести, а стенки - из проволочной сетки с отверстиями 2,5 мм. Снизу клеточку закрывает деревянный брусок с высверленным углублением для корма. Сверху она имеет эллипсовидное отверстие для вставления маточника и продолговатое для прохода пчел. Оба отверстия могут открываться или закрываться с помощью задвижки, изготовлен-

ной из жестяной пластинки. Есть формы клеточки Титова, изготовленные из пластмассы.

Маточные колпачки. Применяют в тех случаях, когда требуется изолировать матку на сотовой рамке на короткое время. Например, при объединении семей, переноске рамки с маткой в другой улей, изоляции маточников и т.д.

Разделительная решетка. Используется при необходимости преградить доступ матки в определенную часть улья или ограничить откладку ею яиц. Можно изолировать матку перед главным медосбором в определенной части гнезда (например, в нижнем корпусе). С помощью разделительной решетки можно отделить маток от рабочих пчел при свалочных роях. Решетку делают из белой жести размером 448*250*3 мм, а продольные отверстия в ней 4,4*28 мм. Через них свободно проходят рабочие пчелы, а матка и трутень проникнуть не могут.

Роевня. Служит для сбора и непродолжительного хранения нового роя пчел. Делают из фанеры (липового лубка) в виде полуцилиндра шириной 350 и высотой 450 мм. Переднюю стенку делают из металлической сетки с мелкой ячейкой, другую в виде холста, который укрепляется тесьмой.

Изолятор для получения одновозрастных личинок. Представляет собой своеобразный футляр, сделанный по размеру гнездовой рамки. Боковые стенки состоят из листов разделительной решетки. В изолятор помещают 1-3 рамки с хорошими светло-коричневыми сотами, содержащими лишь пчелиные ячейки. В изолятор на соты пускают матку и, закрыв сверху крышкой, ставят в середину гнезда пчелиной семьи.

Изолятор для подсадки маток. Ппримеяют при замене старой матки молодой. Делают из металлической сетки, а торцевую сторону из металла. Габаритные размеры изолятора 312*470*55 мм, масса 1 кг для улья с рамкой 435*300 мм и 242*470*55 мм, масса 0,84 кг для улья с рамкой 435*230 мм.

Прививочная рамка.Служит для искусственного вывода маток. Это обыкновенная гнездовая рамка, в которой укреплены три горизонтальные планки. Одна из них прибита на расстоянии 25 мм от верхнего бруска, остальные с промежутками в 60-70 мм.

Рамка-питомник. Представляет обычную гнездовую рамку с прибитыми деревянными держателями для размещения маточных клеточек. В тех случаях, когда нет возможности сразу раздать в семьи или нуклеусы полученные маточники, их изолируют в маточные клеточки.

При выводе маток необходим и другой мелкий инвентарь. Например, шаблоны для изготовления восковых “мисочек”, шпатели для переноса корма и личинок из ячеек сотов, скальпель, нож, пинцеты и другие приспособления.

Ульи-нуклеусы. Предназначены для вывода и сохранения пчелиных маток. Изготавливаются: шестиместный на 1/4 рамки 435*300 мм, четырехместный на 1/4 (435*300), двухместный на 1/4 рамки 435*300 мм.

Дырокол пасечный ДКП. Предназначен для прокалывания отверстий в боковых планках ульев рамок. В рамке размером 435*300 мм пять отверстий; 435*230 мм – 4 отверстия; 435*145 – 2 отверстия.

Шило. Служит для прокалывания отверстий. Должно иметь толщину иглы не более 1,3 мм.

Шаблон. Применяют для разметки отверстий на боковых планках рамок при использовании обычного шила. Это металлическая (иногда деревянная) с четырьмя (реже с тремя) отверстиями пластина, по длине равная высоте рамки.

Проволока пчеловодная ПП-К1, ПП-К2. Предназначена для натягивания на рамки. Должна быть железная, луженая, толщиной от 0,3 до 0,5 мм. Выпускают в катушках весом 0,250-0,500 кг и в мотке. Для натягивания 100 рамок требуется примерно 125-150 г проволоки.

Держатель катушки ДК. Предохраняет от равномерного разматывания проволоки в период натягивания ее на рамки.

Контейнер КВ. Предназначен для транспортировки и хранения вощины. Корпус, днище и крышка изготавливаются из алюминия. Вместимость контейнера 20 кг вощины.

Доска-лекало. Нужна для наващивания рамок. Представляет собой дощатый щит толщиной 12 мм, к которому снизу прибиты 2 планки или фанера выступающие на 25-30 мм. Размер щита: для стандартной гнездовой рамки 410-260 мм, гнездовой уменьшенной 410-190 мм и для магазинной – 410-105 мм.

Комбинированный каток со шпорой. Состоит из рифленого валика шириной 12,5 мм и расположенного на той же оси зубчатого колесика с желобком по окружности шпоры. С помощью валика вощину прикатывают к верхнему бруску рамки. Шпора служит для вдавливания проволоки в искусственную вощину.

Электронаващиватель (Универсальный пасечный прибор УПП-1). Наващивание рамок происходит за счет теплового действия электроэнергии. Производительность труда пчеловода при наващивании рамок повышается в 4-5 раз.

Необходимость в применении перечисленных приспособлений для наващивания рамок отпадает при массовом производстве армированной вощины. Один пчеловод за 7-часовой рабочий день может оснастить такой вощиной более 200 рамок.

Стол пасечный универсальный СПУ. Используется для распечатывания соторамок простыми пасечными и паровыми ножами, а также виброножами. Состоит из сварного бака, двух кассет, сливного крана.

Нож пасечный НП. Служит для срезания крышечек запечатанных сотов. При работе подогревается в горячей воде.

Нож пасечный паровой. Состоит из бака-парообразователя (на 5 л воды), ножа и двух резиновых трубочек. К лезвию ножа приделан змеевик, по которому проходит пар.

Вибронож ВН. Выпускают с вертикально и горизонтально расположенными режущими лезвиями. Применяют на крупных пчелофермах для распечатывания полномедных и маловесных сотов. Размеры виброножа 300*280*570 мм, вес около 12 кг. Работает от электросети напряжением 220 В.

Медогонка. Служит для извлечения меда из распечатанных сотов. Мед из ячеек сота выбрызгивается под влиянием центробежной силы, образующейся при вращении барабана (рисунок 22).

В зависимости от принципа расположения рамок медогонки делятся на хордиальные и радиальные. Хордиальные медогонки - рамка занимает положение хорды. Бывают оборотные и необоротные. Радиальные медогонки делают на 28-60 рамок, обычно от механического привода. Рамки в них занимают положение радиусов по отношению к баку. Они наиболее производительные.



Рисунок 22. Медогонка хордиальная

Фильтры для меда Ф-200; Ф-2. Для очистки меда от механических примесей.

Отстойник для очистки и дозирования меда. Представляет собой бак из листового алюминия или луженой изнутри стали емкостью 400 или 800 кг. На высоте 50 мм от дна бак имеет кран для сливания отстойенного меда.

Емкость для меда ЕДМ и ЕДМк. Цилиндрический бак, используемый для хранения и транспортировки меда. Вместимость ЕДМ и ЕДМк - 50 кг меда.

Воскотопка паровая (ВТП). Состоит из наружного и внутреннего баков, сетчатой кассеты для загрузки воскосырья и крышки. Через отверстия в верхней части заливают воду и ставят воскотопку на источник тепла. Растопленный воск через трубку стекает наружу. Применяется для переработки небольшого количества воскосырья. Изготавливается из алюминия. Высота - 436 мм, диаметр - 393 мм, вес - 5,3 кг, объем межстеночного пространства - 7,5 л. За 25-30 минутный цикл на ней можно переработать около 3 кг воскосырья (рисунок 23).

Воскотопка (ВТ-11). Предназначена для переработки суши любого сорта, для отстаивания и стерилизации ранее вытопленного воска, дезинфекции (паром) мелкого пчеловодного инвентаря и приготовления сахарного сиропа. Она состоит из наружного и внутреннего корпусов, крышки, кассеты (на 20 соторамок) и сточного патрубка. Емкость для воды до 80 л. Размеры: длина 1000 мм, ширина 800 мм, высота 555 мм, вес 62 кг. Один цикл переработки воскосырья длится 50-70 минут. Производительность за рабочий день (8 часов) 140 соторамок, выход воска с каждого сота (435 х 300) в среднем 110-115 г.



Рисунок 23. Воскотопка паровая

Солнечная воскотопка ВС. Необходимая принадлежность каждой пасеки. Она служит для вытапливания воскосырья при помощи

солнца. Температура на поверхности противня воскотопки доходит до 80-95°.

Воскопресс пасечный ПВ. Состоит из деревянной ступы – ящика с металлическим каркасом, решеток, зажимного винта, верхней и нижней балочек и обоймы из “перфорированного” алюминиевого листа. Пасечный винтовой воскопресс имеет размеры: длина 660 мм, ширина 380 мм, высота 532-733 мм, рабочий объем 13 л, вес 28 кг. Производительность по суши 11 кг/час. На воскопрессе перерабатывают старые соты, вытопки, полученные из солнечной воскотопки.

Прочий инвентарь. К этой группе относятся инструменты и пасечные принадлежности, которые не требуются при непосредственном процессе по уходу за семьями пчел. Палатка для осмотра пчел в безмедосборный период, термометр, барометр, психрометр, пыльцеуловитель, трутнеуловитель, секционные и строительные рамки, рамкоочиститель, комплект столярных инструментов, хозяйственные инструменты, аптечка с набором медикаментов, противопожарный инвентарь, дезинфицирующие средства и лечебные препараты (для пасек, неблагополучных по инфекционным и инвазионным заболеваниям), сетка вентиляционная для улья при перевозке пчел и другие принадлежности.

Высокая производительность труда на пасеке зависит не только от наличия инструментов и оборудования, но от правильного их использования. До начала основных работ необходимо заблаговременно подготовить все необходимое оборудование и инвентарь. В конце рабочего дня использованные инструменты очистить, вымыть и сложить в отведенном месте. Выполнение указанных требований способствует бережливости, снижению затрат физической энергии, а главное, повышению производительности труда. Оптимальность и эффективность комплектов машин и оборудования для пасек и пчелоферм различного размера окончательно определяют и уточняют в процессе их эксплуатации.

Задание

1. Самостоятельно изучить устройство инвентаря и оборудования в лаборатории или на пасеке. Освоить технику применения инвентаря и их использование при работе с пчелами.

2. Провести откачку меда с использованием инструментов: пасечный нож, медогонка, стол для распечатывание сотов, использовать фильтр при процеживания меда.

3. Самостоятельно подготовить рамку для отстройки: натянуть проволоку, провести наващивание.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основной инвентарь, применяемый при работе с пчелами.
2. Что необходимо иметь на пасеке при переработке воскосырья.?
3. Какие воскотопки применяются при переработке воскосырья?
4. Какой инвентарь применяется при откачке меда?

Лабораторная работа 5

Типы ульев и их характеристика

Цель: Ознакомление с конструкцией ульев, применяемых в пчеловодстве, научить производить расчет основных размеров улья и его составных частей на определение количества рамок разных размеров.

Оборудование и материалы:

1. Типовые ульи
2. Соторамки
3. Измерительные линейки
4. Картинки и муляжи разных типов ульев

Улей – жилище пчел: в нем пчелы строят ячейки сотов, где воспитывают расплод, складывают запасы корма. Улей сохраняет тепло, выделяемое пчелами, защищает гнездо от неблагоприятных воздействий окружающей среды._В настоящее время на пасеках применяются различные системы ульев, которые позволяют содержать пчел и получать продукцию.

Различные типы ульев, используемые с началом развития пчеловодства.

Борть – дерево на корню, в котором сделано дупло. Бортевое пчеловодство было широко распространено в России до XVIII в. включительно.В настоящее время оно сохранилось в пределах Бурзянского района Башкортостана и сопредельных к нему районах.

Колода – это обрубок борти (рисунок 24).

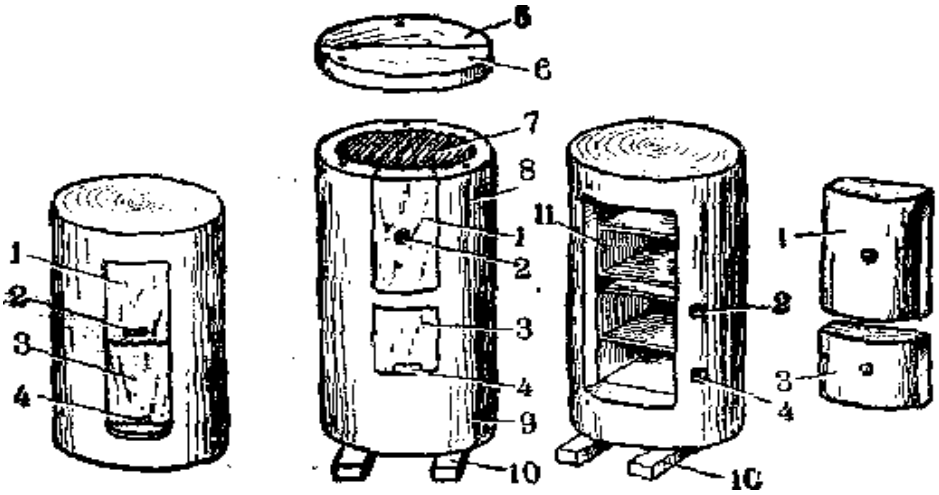


Рисунок. 24. Колоды: Слева – типичная; в середине – улучшенная; справа – рамочная 1 - верхняя должея; 2 - верхний леток; 3 - нижняя должея; 4 - нижний леток; 5 - крышка; 6 - гвозди, прикрепляющие крышку; 7 - линейка для наващивания сотов; 8 - голова колоды; 9 - пята; 10 - брусья подставки; 11 – рамки

По своему устройству напоминает кругляк высотой до 1,5 м, диаметром 60-80 см, внутренность которого выдалбливается. В колоде имеется лаз (должея), который закрывается втулкой, через которого осматривается гнездо и отбирается мед. Перпендикулярно к должее на уровне средней части дупла выдалбливается леток или высверливается со стороны должеи.

Дуплянки (рисунок 25). Это сбитые из досок или крупные дуплянки – бездонки, которые по своим размерам уступали колодам, а мед отбирался с нижней части гнезда.

Перечисленные выше жилища не позволяли получать большого количества продукции – меда и воска.

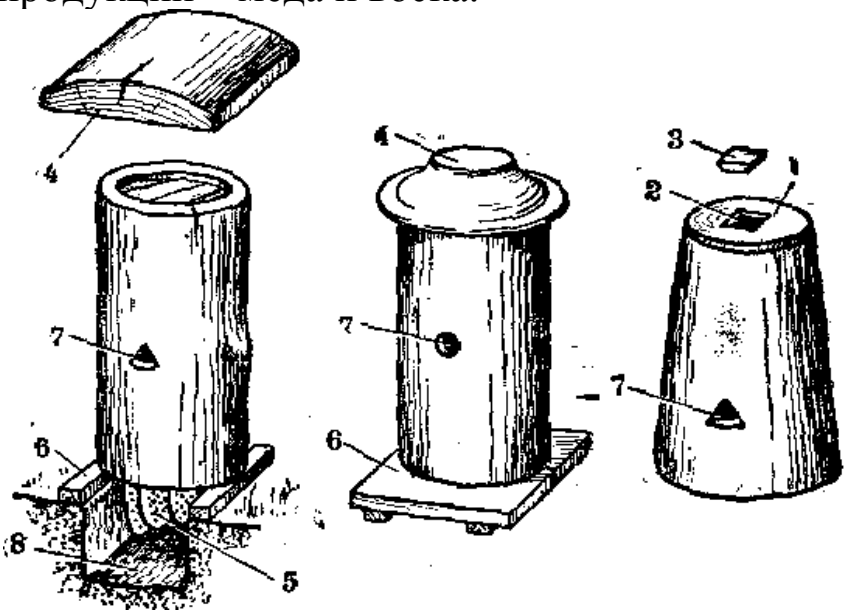


Рисунок 25. Дуплянки: 1 - отъемный потолок; 2 - отверстие для надставки магазина, подсадки маток; 3 - втулка к отверстию; 4 - крышка; 5 - соты; 6 - подставка; 7 - леток; 8 - подкоп

Разборные ульи. *Улей Прокоповича* (рисунок 26). Гнездо в этом улье не разборное и состояло из трех или четырех сообщающихся отделений, каждое из которых прикрывалось отъемными деревянными втулками. Стенки имели толщину 50-70 мм. Рамки в верхнем отделении, размер 245х175 мм, которые не вынимались вверх, а выдвигались. Верхнее отделение, где находились рамки, отделенное от нижнего перегородкой с прорезями, через которые проходили только пчелы. Этот улей были изготовлен и заселен пчелами в 1812 году.

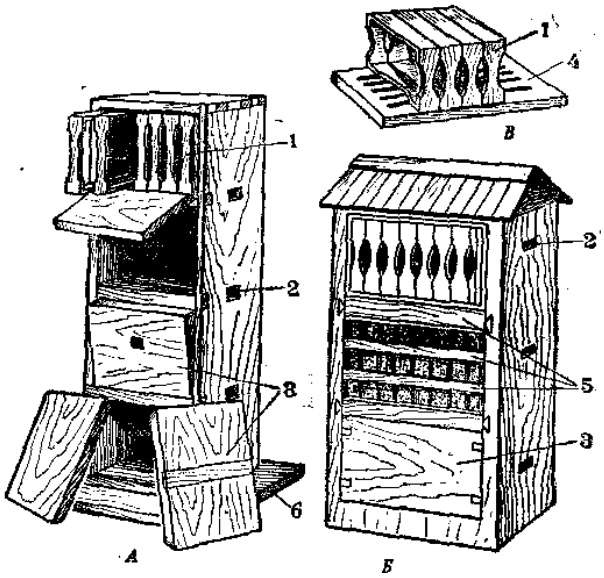


Рисунок 26. Улей П. И. Прокоповича с тремя (А) и с двумя (Б) гнездовыми отделениями. Отдельно изображены рамки на перегородке с пропилами (В). 1 - рамки; 2 - летки; 3 - втулки; 4 - перегородка с пропилами для прохода пчел; 5 - решетка, отделяющая от гнезда втулку; 6 - доска для установки улья

Ульи другой конструкции (рисунок 27). В 1951 году американский пчеловод Лангстрот сконструировал оригинальный улей, который имел съемную крышу и вынимающиеся вверх рамки, что представляло большое удобство в работе с пчелами.

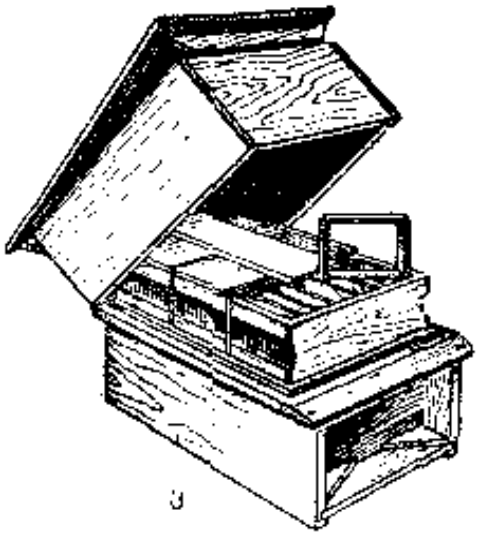


Рисунок 27. Улей Лангстрота

Рут увеличил число рамок до 10, а длину рамки довел до 447 мм и сделал его многокорпусным. В России этот улей получил некоторые изменения. Рамка была укорочена в длину на 12 мм, а высота стала 230 мм.

Много ульев новых конструкций появилось в России, но большое распространение получил улей-стояк Ф.С. Мочалкина с рамкой 750х245 мм, улей-лежак П.М. Борисовского с рамкой 310х562 мм, улей под названием «Петербург», украинский лежак с оборотной рамкой 300х435 мм, улей Андрияшева и др. (рисунок 28).

Однако широкое распространение в России получил улей Дадана-Блатта на рамку 435х300 мм с магазинной надставкой 435х145 мм и улей Рута размер рамки 435х230 мм.

Устройство и детали разборных ульев.

Корпус – основная часть, в которой размещается гнездо пчел. В верхней части передней и задней стенки выбран фальц для подвешивания гнездовых рамок.

Магазин, или надставка. По устройству он одинаков с корпусом, но отличается высотой. Магазины по высоте, как правило, вдвое ниже корпусов. В надставку вмещаются полурамки. Магазин (надставка) предназначен для увеличения объема гнезда главным образом во время интенсивного медосбора. В зависимости от величины медосбора на улей ставят один или несколько магазинов (друг на друга).

Крыша. В ульях всех конструкций она съемная. Надевается поверх корпуса или магазина и предохраняет гнездо пчел от дождя, жары и холода, а также от врагов и вредителей. Ульевые крыши могут быть плоские, односкатные и двускатные. Так как при осмотре гнезд пчелиных семей крышу улья довольно часто снимают и надевают, она должна быть по возможности легкой и прочной.

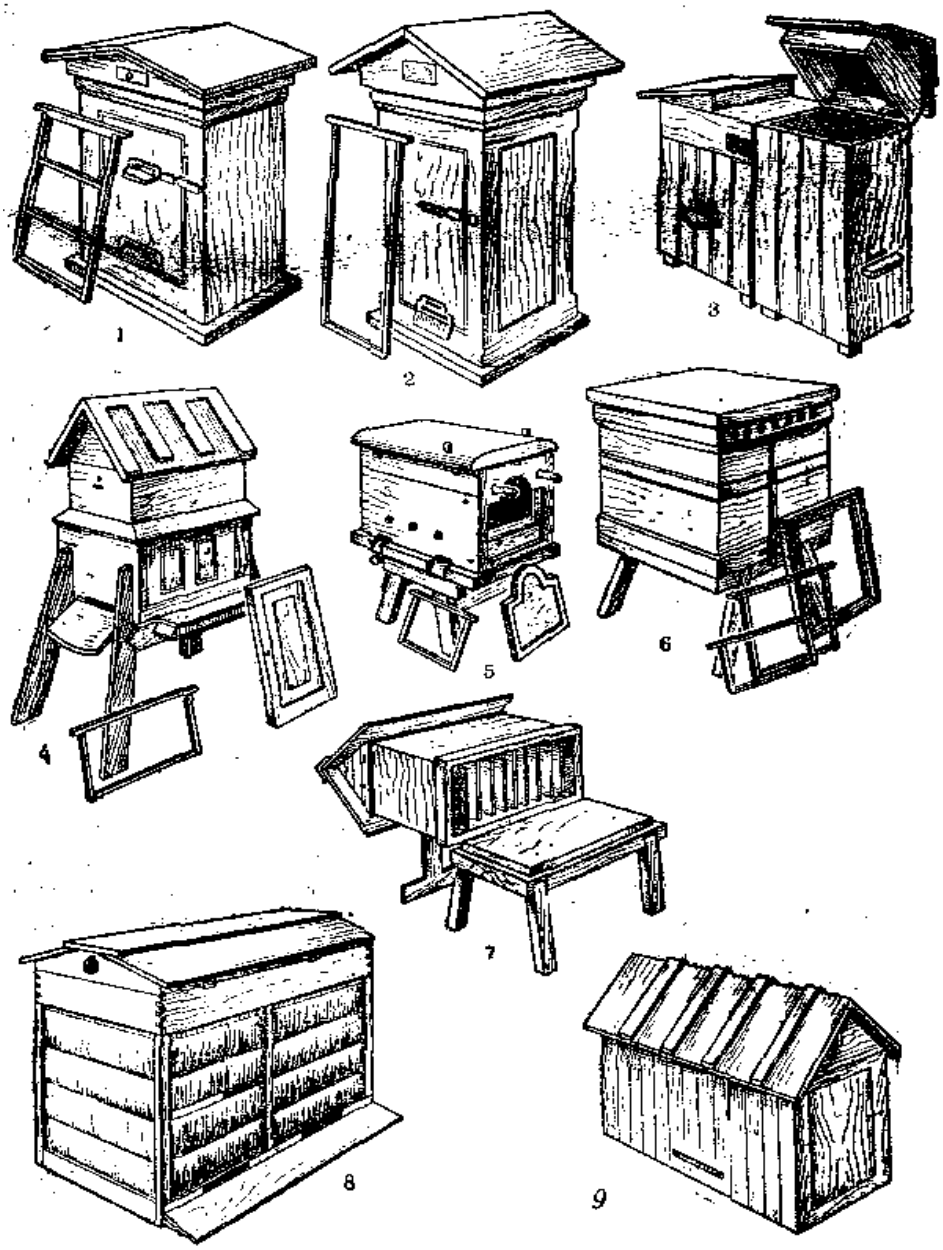


Рисунок 28. Разные типы ульев

Дно. В улье оно ограничивает корпус снизу. Дно может быть отъемное или глухое. И то и другое состоит из щитка, сбитого из досок, и обвязки из брусьев. В переднем бруске дна сделана щель, образующая нижний леток высотой 20 мм. Размеры летка в длину регулируются специальными вкладышами. Со стороны нижнего летка дно имеет прилетную доску, на которую садятся пчелы, возвращающиеся в свой улей после вылетов за медосбором. Прилетные доски, как правило, делаются откидными. При перевозках пчел откидная прилетная доска прикрывает нижний леток улья. Донья большинства существующих конструкций ульев имеют по два опорных бруска.

Ульевые рамки (рисунок 29). По назначению различают рамки гнездовые и магазинные (полурамки). В них пчелы отстраивают соты. Рамки должны быть сколочены предельно правильно.

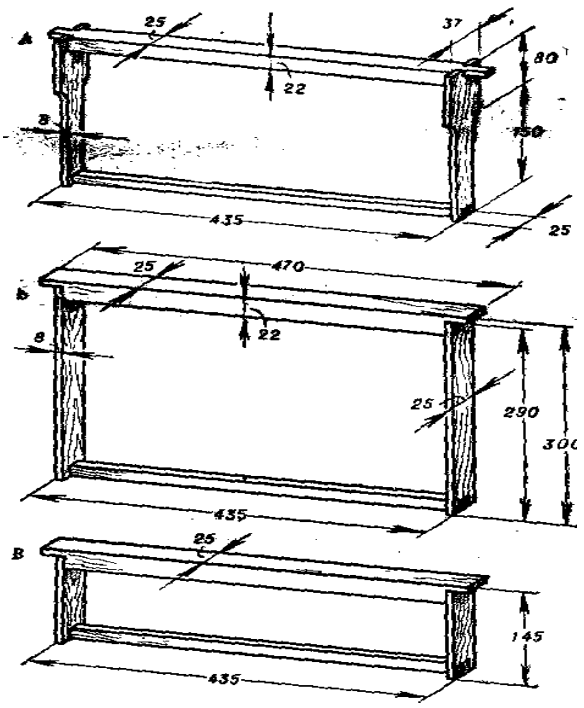


Рисунок 29. Ульевые рамки: А - многокорпусного улья с постоянными разделителями; Б - обычная гнездовая стандартная; В - магазинная полурамка

В поперечном сечении верхние бруски и боковые планки рамок типовых ульев имеют одинаковые размеры: ширина верхнего бруска и боковых планок 25 мм (лишь в верхней части боковые планки рамок ульев расширены до 37 мм), толщина верхнего бруска 20-22 мм, боковых планок 8-10 мм. Нижний брусок имеет сечение 15х15 мм. Данные о наружных размерах ульевых рамок приведены в таблице 1. Полурамки отличаются от гнездовых меньшей высотой боковых планок.

Таблица 1. Размеры рамок и их характеристика

Конструкция рамок	Наружные размеры рамок - ширина и высота (мм)	Площадь сота с одной стороны (см ^{2})	Вмещается меда (кг)
Стандартная гнездовая	435х300	1180-1070	3,6-4,0
Стандартная полурамка	435х145	490-500	1,6-1,8
Многокорпусного улья	435х230	840-850	2,4-2,6
Украинского лежака	300х435	1090-1180	3,6-3,9

Боковые планки рамок к верхнему и нижнему брускам прибивают гвоздями (лучше 35-миллимитровыми). В американских многокорпусных ульях планки рамок соединяются между собой с помощью шипов и проушин. Для сбивания рамок применяют специальное лекало или шаблон. Перед наващиванием рамок на них натягивают проволоку.

Основные ульи, используемые на пасеках

Улей многокорпусный (типовой проект № 808-5-1).

Состоит из четырех корпусов, вмещающих по 10 рамок размером 435х230 мм, отъемного дна, подкрышника, потолка и крыши (рисунок 30). Все аналогичные части улья взаимозаменяемы.

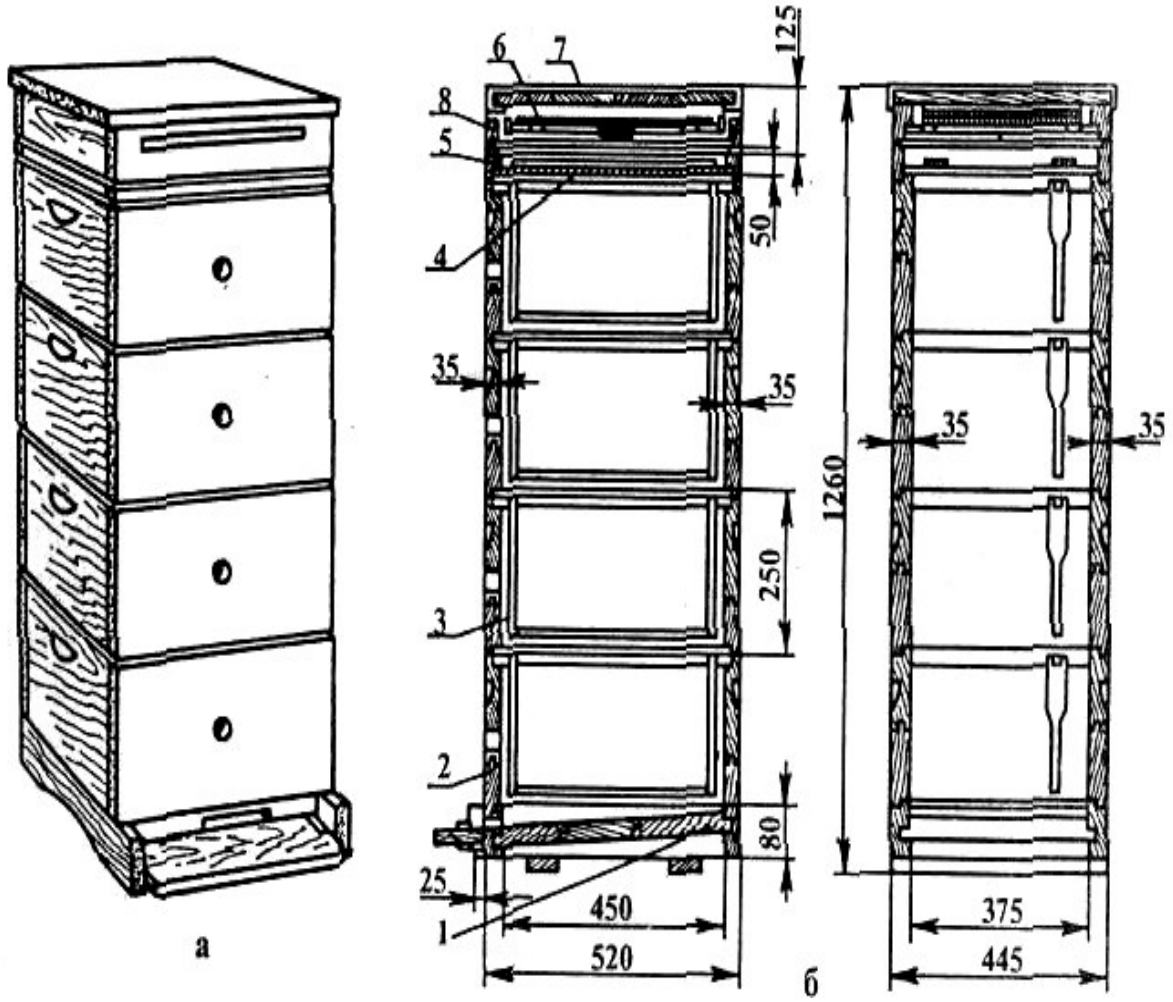


Рисунок 30. Многокорпусный улей: а - общий вид; б - устройство; 1 - дно; 2 - корпус; 3 - рамка; 4 - потолок; подкрышник; 6 - вентиляционная рама; 7 - кровля; 8 - обвязка крыши

Внутренние размеры корпуса улья 450х375х250 мм, толщина стенок 35 мм. Длина боковых стенок корпуса улья 436 мм, высота 250, длина передней и задней стенок 445, высота 250 мм. На каждой стенке сверху и снизу выбран фальц шириной 18 мм и высотой 5 мм, что способствует хорошему соединению корпусов во время перевозки, исключает появление сквозных щелей, способствующих потере теплоты.

Снизу к дну подбито два бруска, предохраняющих его от сырости. Вкладыш дна сечением 20х20 мм имеет прорезь для летка длиной 100 мм. При удалении вкладыша у летка образуется максимальный просвет размером 375х20 мм. Во время перевозки ульев просвет нижнего летка закрывают прилетной доской, которую устанавливают для этого не в горизонтальном положении, а в вертикальном.

Улей двухкорпусной с магазинными надставками (типовой проект № 3.808-2).

Состоит из отъемного дна, двух корпусов, вмещающих 24 рамки размером 435х230 мм, трех магазинных надставок, рассчитанных на 30 рамок (по 10 в каждой) размером 435х145 мм, подкрышника, горизонтальной диафрагмы-потолка, кормушки и крыши (рисунок 31).

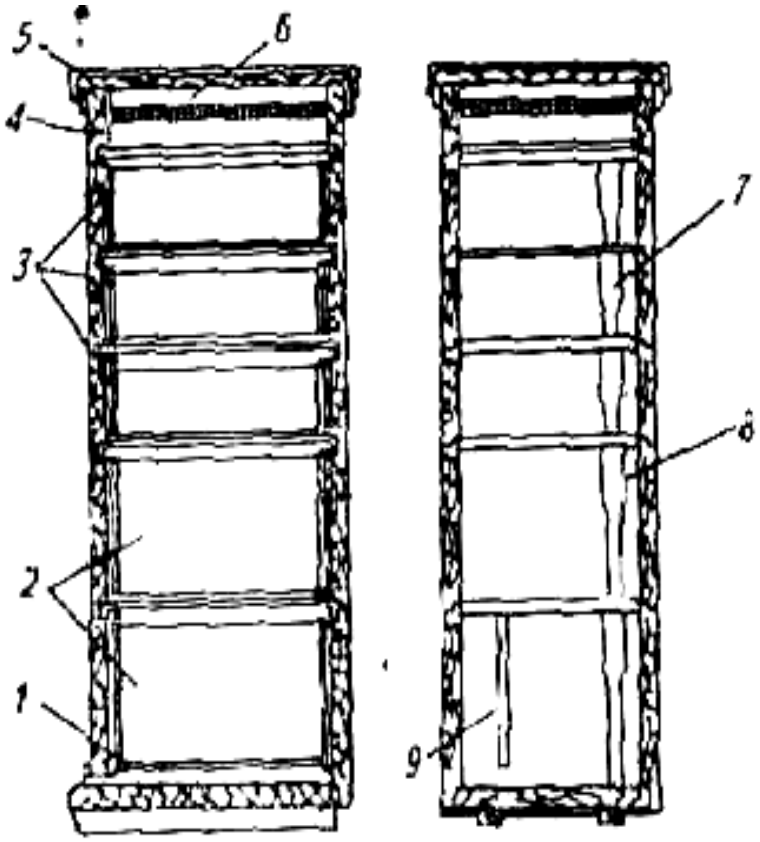


Рисунок 31. Улей двухкорпусный с магазинными надставками:
1 – дно отъемное с сеткой и поддоном; 2 – корпуса; 3 – магазинные надставки;
4 – подкрышник; 5 – крыша; 6 – кормушка; 7- рамки магазинные;
8 – рамки гнездовые; 9 – диафрагма

Корпус вмещает 10 гнездовых рамок. Леток делают на дне улья.

Магазинную надставку, как и корпус, собирают из досок толщиной 35 мм. При необходимости магазинные надставки можно заменить корпусами.

Крыша плоская, имеет вид щита, обитого жестью и укрепленного на рамку и бруски жесткости, к которым прибивается сетка с ячейками размером 3х3 мм. В верхней части под щитом в передней и задней стенках улья предусмотрены щели для вентиляции.

Улей десятирамочный с магазинными надставками (типовой проект № 3.808.5 - 4).

В комплект улья входят два корпуса, две надставки, отъемное дно, крышка с надкрышником, кормушка (рисунок 32).Улей может

быть укомплектован тремя-четырьмя корпусами без магазинных надставок. Корпус вмещает 10 рамок размером 435х300 мм. Толщина стенок 35 мм. Стенки соединены по углам в четверть. Внутренние размеры корпуса 450х375х320 мм. В передней стенке имеется леток размером 120х10 мм с прилетным бруском.

Улей оборудован выдвижной металлической сеткой и лотком для сбора опадающих клещей варроа. Сетку с лотком помещают в улей через нижнее отверстие в задней стенке, закрываемое клапаном.

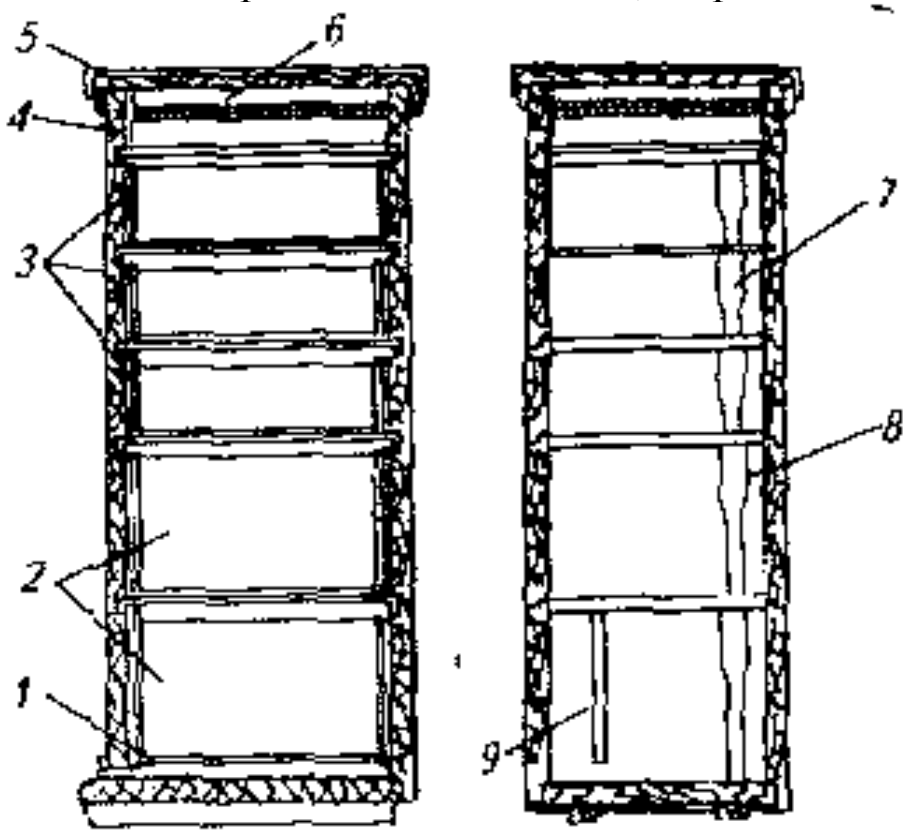


Рисунок 32. Улей десятирамочный с магазинными надставками:
1 – дно отъемное с сеткой и поддоном; 2 – корпуса; 3 – магазинные надставки;
4 – подкрышник; 5 – крыша; 6 – кормушка; 7 – рамки магазинные;
8 – рамки гнездовые; 9 – диафрагма

Крыша, подкрышник, дно и другие детали аналогичны по своей конструкции соответствующим деталям двухкорпусного улья с магазинными надставками.

Улей двенадцатирамочный с магазинными надставками (типовой проект № 3.808.5 – 3).

Состоит из дна, корпуса на 12 рамок размером 435х300 мм, двух магазинных надставок на 12 рамок размером 435х145 мм, подкрышниа и крыши (рисунок 33). В основу конструкции этого улья положен однокорпусный улей с надставкой Дадана - Блатта. Улей состоит из отдельных взаимозаменяемых частей и деталей позволяющих изготовлять следующие четыре модификации:

У-1 состоит из корпуса с неотъемным дном, двух магазинных надставок, подкрышника и крыши;

У-2 состоит из корпуса с неотъемным дном, второго корпуса, подкрышника и крыши;

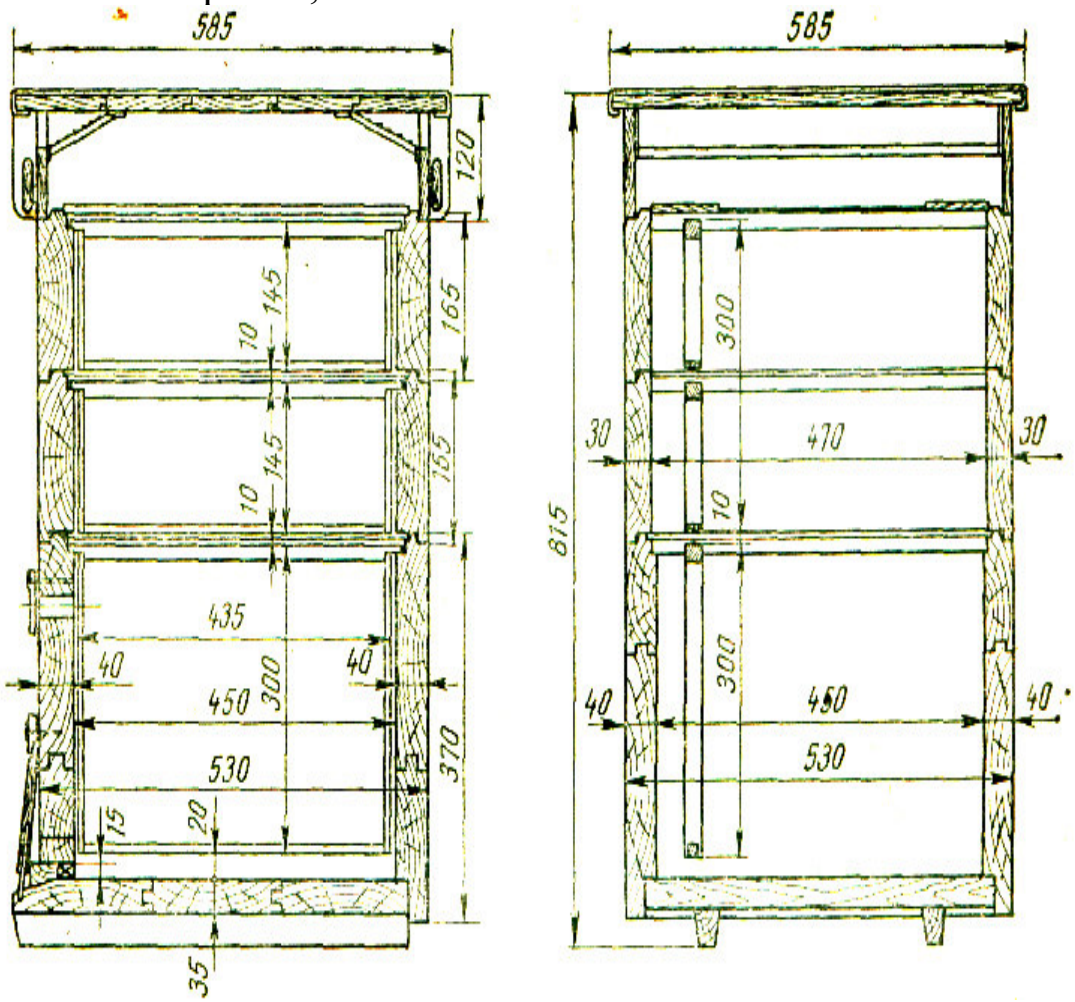


Рисунок 33. Схема однокорпусного (двенадцатирамочного) улья с двумя магазинными надставками: 1 - корпус; 2 - рамка гнездовая; 3 - диафрагма; 4 - магазин; 5 - рамка магазинная; 6 - подкрышник; 7 - крыша; 8 - задвижка верхнего летка; 9 - задвижка нижнего летка

У-3 состоит из корпуса, отъемного дна, двух магазинных надставок, подкрышника и крыши;

У-4 состоит из корпуса, отъемного дна, второго корпуса, подкрышника и крыши.

В передней стенке второго корпуса сделан леток, закрывающийся задвижкой

Внутренние размеры корпуса 450х450х340 мм. В верхней части его передней стенки сделан леток с прилетной дощечкой шириной 20 мм и задвижкой.

Улей – лежак шестнадцатирамочный с магазинной надставкой (типовой проект № 808-5-15).

Состоит из корпуса, дна, магазинной надставки, подкрышника, крыши и вставной доски (рисунок 34). В комплект улья входят 16 гнездовых рамок (435х300 мм) и 16 полурамок магазинных (435х145 мм).

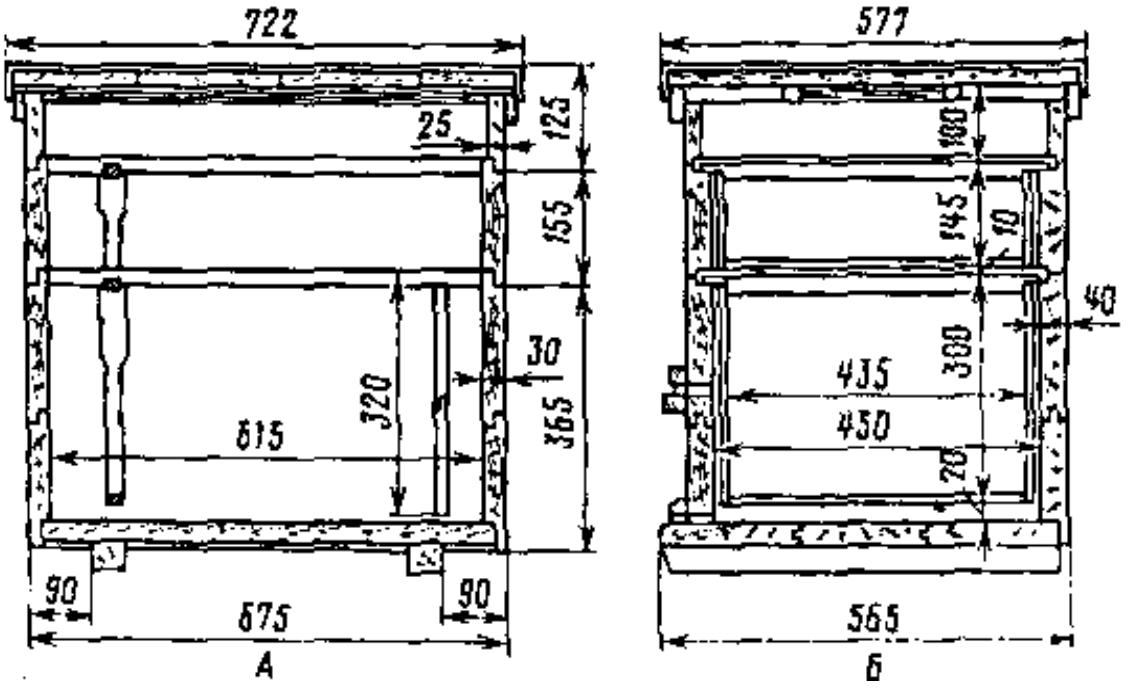


Рисунок 34. Улей-лежак на 16 рамок с магазинной надставкой:
А - разрез поперек; Б - разрез вдоль

Передняя и задняя стенки корпуса собраны из досок толщиной 40 мм, а боковые – 30 мм. Внутренние размеры корпуса 615х450х350 мм. На передней стенке два летка: длина верхнего 80 мм, нижнего 250 мм.

Дно глухое. Щиток дна выступает за переднюю стенку на 35 мм образуя прилетную доску.

Высота магазинной надставки 165 мм, толщина стенок такая же, как у соответствующих стенок корпуса.

Крыша улья плоская, горизонтальная, собрана в виде щита.

Улей – лежак двадцатирамочный с магазинной надставкой (проект № 3.808 –1).

Состоит из корпуса в виде продолговатого ящика с неотъемным дном на опорных брусках, вмещающего 20 гнездовых рамок размером 435х300 мм, магазинной надставки на 20 рамок размером 435х145 мм, подкрышника и крыши (рисунок 35). На передней стенке корпуса имеются четыре летка с прилетными досками: два нижних и два верхних. Толщина передней и задней стенок 37 мм, боковых – 30 мм. Внутренние размеры корпуса 810х450х330 мм.

Магазинная надставка по ширине и длине соответствует размерам корпуса, ее высота 165 мм

Подкрышник предназначен для тех же целей, что и в других типовых ульях.

В передней и задней стенках крыши прорезаны вентиляционные отверстия, а внутри под щитком установлена сетка с ячейками размером 3х3 мм.

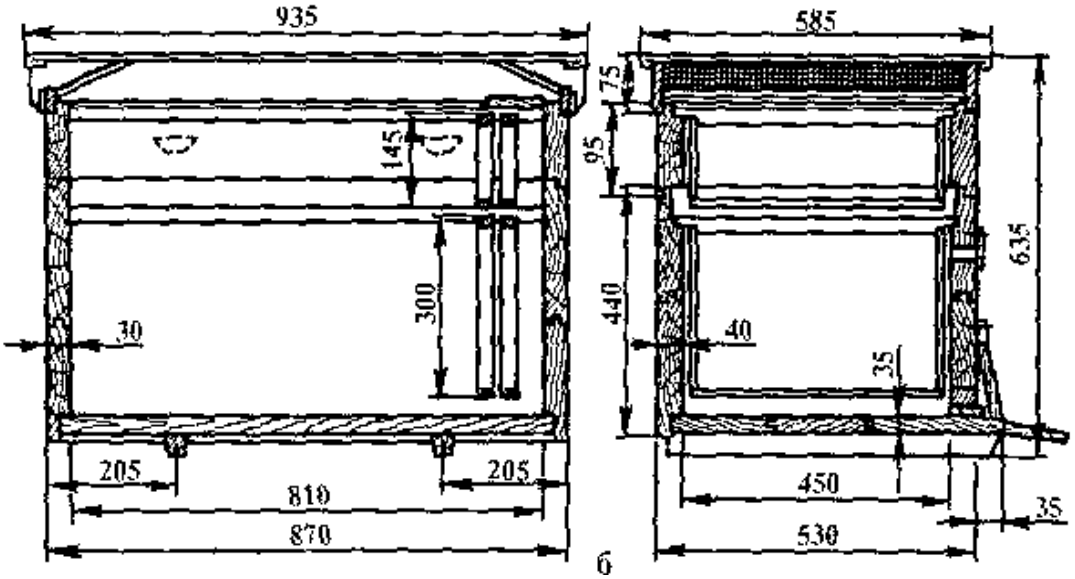


Рисунок 35. Улей – лежак двадцатирамочный с магазинной надставкою (продольный и поперечный разрез)

*Ульи двустенные***.** Они могут вмещать 12,14 и 16 гнездовых рамок и иметь одну или две магазинные надставки на соответствующее число полурамок. Все четыре стенки этих ульев делают двойными из досок толщиной 20 мм (улей Шалагина) или переднюю и заднюю – двойными, а боковые – из одной доски (улей Дернова), при этом по бокам улей хорошо утепляют боковыми подушками. Пространство между двойными стенками плотно набивают сухим утепляющим материалом (мох, пакля, опилки, стекловата и др.). Ульи с двойными стенками лучше сохраняют тепло, но они более громоздкие и тяжелые, чем одностенные, в связи, с чем их используют главным образом на стационарных пасеках. В условиях центральных областей России они практически не имеют каких-либо преимуществ по сравнению с одностенными, поэтому не получили широкого распространения.

Ульи специального назначения. Для изучения жизнедеятельности пчел применяют наблюдательные ульи. Наиболее часто встречаются такие ульи на одну, четыре и шесть рамок со стеклянными боковыми стенками, глухим дном, снимающейся крышей. Используют такие ульи на учебных пасеках, в уголках живой природы школ и музеев, на выставках и ярмарках. Стеклянные стенки прикрывают глухими фанерными или дощатыми дверцами. На передней стенке внизу во всю ее длину устроен леток, а в задней – отверстие для установки

кормушки внутри улья на дне. Рамки размещают в одной плоскости (их размеры определяют размерами улья).

Для получения плодных маток используют нуклеусные ульи разных конструкций (рисунок 36).

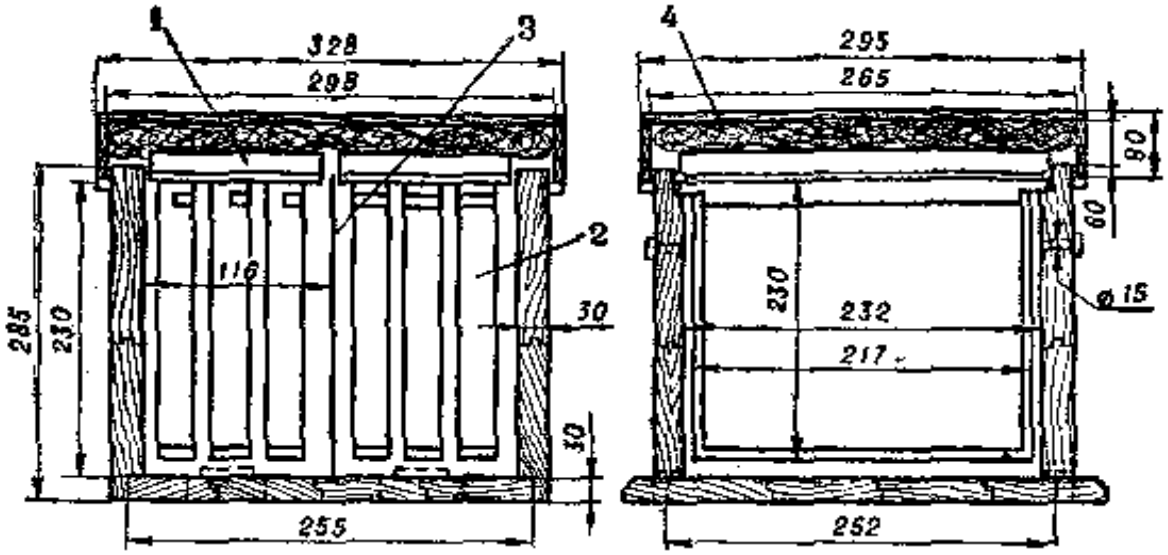


Рисунок 36. Схема устройства 2 – местного нуклеусного улья (продольный и поперечный разрезы), 1 – потолочная кормушка, 2 – рамка, 3 – фанерная перегородка, 4 – утепление

Задание

1. Рассчитать объем одного из ульев существующих конструкций.

2. Определить объем улья, необходимый пчелиной семье для размещения расплода при разной яйценоскости маток и различной величины медосбора.

Порядок выполнения. Ознакомившись с устройством улья, находят основные его размеры, которые должны быть связаны с биологией пчелиной семьи. С этой целью измеряют ширину улочки, расстояние между двумя средостениями сотов, определяют величину подрамочного и надрамочного пространства, а также расстояние между боковой планкой и стенкой улья. Полученные результаты сравнивают с литературными данными.

Для вычисления внутреннего объема улья рекомендуется его ширину разделить на расстояние между средостениями двух соседних сотов в гнезде, которые рекомендуется разместить в корпусе. По количеству рамок и их размерам устанавливается длина и высота корпуса, а затем объем.

Пример: ширина улья 525 мм. Зная, что расстояние между средостениями двух сотов 37,5 мм, получим количество рамок 14 (525 : 37,5). Допустим, улей должен вмещать 20 рамок. Следовательно, его ширина составит 750 мм (20*37,5мм). Длина корпуса улья слагается из длины рамки и расстояниями между боковыми планками и стен-

ками улья (450 мм (435+(7*2). Высота корпуса определяется из суммы высоты рамки, надрамочного и подрамочного пространства 330 мм (300+20+10). После получения длины, ширина и высоты находим определить объем корпуса улья. Необходимо помнить, что не всякий объем жилища для пчел отвечает требованиям размещения расплода, меда и перги. Поэтому в расчетах должны быть учтены необходимая площадь сотов, для размещения всех пчел семьи, расплода, корма и места для постановки вновь отстраиваемых рамок с вощиной.

При определении потребного количества ячеек для размещения расплода, нужно знать среднесуточную и среднюю максимальную яйценоскость пчелиных маток. Эту величину умножают на 21 день. К полученному результату прибавляем 10% ячеек, кроме этого необходимо учесть, что освободившиеся ячейки 2 дня пустуют.

Опытным путем подсчитано, что при яйценоскости маток 1800 яиц в сутки требуется около 46 тыс. (1800 х 23)* 10% ячеек. Исходя из этого, рамки 435*300 мм имеет с обеих сторон 8000-8500 пчелиных ячеек, и, принимая во внимания, что по краям сота находятся крайние, и переходные ячейки в которых не бывает расплода, то пригодных ячеек для откладки яиц маткой составит 7630 шт. Кроме того, будут встречаться пропуски ячеек 10%, следовательно, на одном соте будет не более 7000 ячеек, в которых будет находиться расплод. Тогда получается, что для размещения расплода при среднесуточной яйценоскости матки 1800 яиц необходимо иметь 6,5 (46000:7000) сота. Весной в каждой пчелиной семье должно быть не менее 6-8 кг меда и 2 рамки перги. Для размещения указанного количества меда и перги потребуется 5-6 рамок, следовательно, общее количество рамок будет 6,5 + (5-6) = 11-12 рамок. Прибавив к этим рамкам 2 строительные, получим 13-14 рамок.

Определение объема улья на период главного медосбора.

Установлено, что пчелы жидким нектаром заполняют 1/3 часть ячейки, а объем ячейки составляет 0,226 $см^3$ (пчелиной 2*12 мм). Следовательно, пчелы используют 0,075 $см^3$. Такой объем ячейки сможет вместить 5-% нектара 0,09 г (0,075 $см^3$ х 1,230 уд. массы нектара).

Следовательно, для размещения 2 кг 50% нектара необходимо 2000 г : 0,09 г = 22222 ячейки.

В меде содержится 20% воды, тогда общая масса вещества составит 1250 г.

80% = $\frac{100 \text{ г. х } 100\%}{}$ или X = $\frac{1000 \text{ г.*}100\%}{}$, X= 80%

где 80% - процент содержания сахара в меде; 1000 г. – количество сахара;

Х – масса раствора.

Для размещения 1250 г. меда потребуется 3969,0 ячеек (1250 : 1,4 : 0,225 $см^3$) или 0,496 сота, а в одной ячейки получится 0,315 г. меда (1250 г : 3969).

Для размещения нектара, который пчелы будут приносить в течении 5 дней потребуется 111110 ячеек или 13,5 сотов, а для размещения меда 3969 ячеек х 5 дней = 19845 ячеек : 8000 ячеек = 2,48 сотов. При поступлении нектара в течении 20 дней, пчелиной семье потребуется не менее 2,48 х 4 = 9,02 сота + 13,9 сота = 23,8 сота.

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой гнездо пчелиной семьи?
2. Перечислите неразборные жилища пчел?
3. Как устроен улей П.И.Прокоповича?
4. Перечислите типы современных ульев?
5. Основные размеры стандартных рамок?
6. Рассчитайте параметры жилища пчел на 10,12 и 24 соторамки 435 х 300 мм.

Приложение

Таблица 2. Варианты заданий

Показатели	Варианты											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.Яйценоскость маток, шт	950	1200	1400	1000	1900	1900	1900	1500	1450	2400	2100	1150
2.Принос нектара за сутки, г	800	950	1200	2500	3400	1450	2410	3800	8000	5000	4800	3800
3.Сахаристость нектара, %	20	25	30	35	40	45	50	55	60	66	66	60
4.Удельная масса	1,105	1,119	1,142	1,156	1,177	1,203	1,230	1,258	1,287	1,323	1,323	1,257
5.Продолжительность медосбора, дн	20	16	40	15	14	15	30	15	10	20	13	15

ТЕМА 2. РАЗМНОЖЕНИЕ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ

Лабораторная работа 6

Формирование отводков

Цель: Освоить технику формирования отводков. Определить оптимальные и допустимые сроки формирования отводков. Ознакомиться с процессами формирования отводков на неплодные и плодные матки.

Оборудование и материалы:

1. Макеты типовых ульев с макетами кормовых запасов, обозначениями рамок
2. Запасные ульи, корпуса с сотами и вощиной, пакеты
3. Подушки, кормушки, клеточки Титова, колпачки
4. Дымарь, стамеска, разделительная доска, холстик, линейка, тетрадь
5. Неплодные и плодные матки

Формирование отводков – один из эффективных приемов повышения продуктивности пасек и увеличения численности пчелиных семей. Их роль особенно возросла в настоящее время в связи с необходимостью восстановления сильно пострадавших или погибших от болезней пчелиных семей. Кроме того, отводки необходимы и для организации вновь создаваемых пасек. Без ускоренного размножения пчелиных семей трудно создавать и доводить до проектных мощностей новые хозяйства.

Согласно плана породного районирования, для условий Республики Башкортостан разрешено разведение темных лесных пчел или их популяций (бурзянская бортевая пчела), а завоз пчел южных пород запрещен. В этих условиях восстановление численности пчелиных семей на пасеках, а также повышение их качества и продуктивности можно обеспечить за счет собственного интенсивного формирования отводков.

Данные научных и опытных учреждений по пчеловодству, достижения пчеловодов-передовиков и хозяйств отдельных областей показывают, что быстрое восстановление пострадавших пасек с помощью интенсивного формирования отводков – вполне разрешимая задача. Имеется немало примеров, когда даже в условиях короткого лета Республики Башкортостан, Челябинской, Свердловской, Пермской и других областей отдельные пчеловоды-передовики от зимовалой семьи пчел формируют по две новых.

Создание комплекса условий для интенсивного роста пчелиных семей. Интенсивному воспроизводству весной способствуют полноценные пчелиные семьи, которые сразу же после замены перезимовавших пчел молодыми быстро переходят во второй, а затем и в третий период роста. Это дает возможность уже в мае отбирать от них пчел и расплод для формирования новых семей без снижения темпов их дальнейшего роста и продуктивности. Кроме того, пчелы, выращенные в сильных семьях, превосходят пчел из слабых семей по качеству – они крупнее, более стойки к заболеваниям и обладают повышенной продолжительностью жизни. Следовательно, в весенний период только от сильных пчелиных семей можно своевременно организовать ускоренное воспроизводство новых полноценных семей.

Сила и продуктивность пчелиных семей зависят от многих факторов и в первую очередь – от качества маток. Многочисленные опытные данные убедительно доказывают, что роевые матки от наиболее продуктивных семей обычно отличаются высокой яйценоскостью и их можно использовать для формирования отводков.

Искусственно выведенные матки не уступают роевым, если их выращивать с соблюдением условий, определяющих качество маток. По данным Института пчеловодства, качество матки во многом зависит от размера яйца, из которого она выращена. Размеры и масса яиц зависят от интенсивности их откладки маткой: чем больше матка откладывает яиц, тем они мельче. В опытах Института пчеловодства семьи с матками, полученными из крупных яиц, выращивали к началу главного медосбора на 1 кг больше пчел и собирали за сезон на 10-15 кг больше меда, чем семьи с матками-сестрами, полученными в тех же условиях, но из мелких яиц. Поэтому при искусственном выращивании маток необходимо, наряду со строгим соблюдением всех известных требований этой технологии, резко ограничивать откладку яиц матками в материнских семьях за 7-10 дней до плановой прививки личинок с той целью, чтобы масса и размеры яиц существенно возросли.

Из-за недостаточного количества плодных маток искусственного вывода в ряде областей используют крупных свищевых маток, полученных от наиболее ценных, то есть самых сильных и высокопродуктивных пчелиных семей.

Второй, не менее важный фактор – количество и качество углеводного и белкового корма в семьях в период их интенсивного роста. Без обильных кормовых запасов невозможно нарастить большое количество полноценных пчел. Пчелы, выращенные в условиях обильного белкового и углеводного питания, отличаются лучшим физиче-

ским развитием, выносливостью, большей продолжительностью жизни и более высокой устойчивостью к заболеваниям. С весны каждая семья должна иметь по 10-12 кг углеводного корма и не менее двух гнездовых сотов с пергой.

На откладку яиц матками и рост семей сильно влияет потупление в улей нектара и свежей пыльцы. Поэтому очень важно как можно раньше развести пчелиные семьи небольшими группами, по 25-30 штук, для наиболее эффективного использования поддерживающего весеннего медосбора.

При отсутствии в природе нектара и пыльцы пчелиным семьям дают перговые соты, подготовленные в запас в течение прошлого сезона, или подкармливают их белковым тестом, который помещают сверху гнезда на рамки в форме лепешек по 0,5-1,0 кг на семью, а также сахарным сиропом, приготовленным из расчета 1 кг сахара на 1 л воды.

Рост семей и их сила во многом зависят от количества и качества сотов. Недостаток сотов весной и их низкое качество сокращают кладку яиц маткой. Для интенсивного выращивания расплода следует иметь на каждую пчелиную семью по 20-24 высококачественных сота – при двухкорпусном и 30-35 сотов – при многокорпусном содержании пчел.

Весной, когда погода еще недостаточно устойчива, используют светло-коричневые соты, как более теплые, в которые матки особенно охотно откладывают яйца.

Обеспечение оптимального микроклимата пчелиного жилища не менее важно для быстрого роста семей. Нормальное развитие расплода требует относительно высокой температуры в гнезде пчел, равной 34-35 °С. На поддержание такой температуры пчелы расходуют много энергии и корма. Поэтому необходимо, особенно ранней весной, хорошо утеплять гнезда пчелиных семей.

На жизнедеятельность пчел отрицательное влияние оказывает сырость в гнезде. С увеличением влажности воздуха продолжительность жизни пчел резко сокращается. Кроме того, повышенная влажность воздуха в гнезде пчелиной семьи благоприятна для развития клеща варроа и аскосфероза. Поэтому во все периоды года необходимо заботиться об усилении вентиляции гнезд с целью предупреждения появления сырости в ульях.

Подготовительные работы перед формированием новых семей. Пчеловод заблаговременно определяет число сильных пчелиных семей на пасеке и рассчитывает потребность в запасных ульях, матках или маточниках. Неплодных маток или маточников следует иметь на

30-40% больше от планируемого количества отводков. Для отводков лучше использовать плодных маток той породы, которая наиболее продуктивна и достаточно зимостойка в условиях данной местности (согласно плану породного районирования пчел в РФ). При необходимости организуют искусственный вывод маток непосредственно в своем хозяйстве, а также используют роевые неплодные матки или зрелые маточники от наиболее продуктивных семей пасеки.

Недопустим вывод маток в отводках, так как они будут очень низкого качества и не обеспечат выращивание полноценных новых семей.

Заранее, непосредственно на центральной усадьбе, в подготовленные ульи помещают по два сота с медом со склада, два пустых сота, пригодных для кладки яиц матками, кормушки, холстики, вставные доски, верхние и боковые утепляющие подушки.

В последующем подготовленные ульи развозят по точкам и расставляют рядом с основными семьями, от которых намечено формировать отводки. При отсутствии запасных ульев отводки можно формировать в верхнем корпусе, отделяя его от основной семьи листом фанеры или горизонтальной диафрагмой. В ульях-лежаках отводки можно формировать в отделении, которое отгораживается сбоку улья.

*Техника формирования отводков***.** Время формирования отводков и их кондиция зависят от силы семей, времени наступления главного медосбора и его длительности, а также сроков получения маток и их состояния.

Отводки формируют только от сильных семей, имеющих не менее 8-9 улочек пчел и 7-8 сотов с расплодом. От особо сильных семей можно отбирать для этого по 4-5, а от менее сильных – 2-4 сота с расплодом вместе с пчелами. Чтобы матку случайно не перенести в отводок вместе с пчелами, ее вначале отыскивают и на период работы накрывают сетчатым колпачком. Тогда можно брать в отводок любой сот и стряхивать с него пчел, не опасаясь за сохранность матки.

В основной семье подбирают нужные соты с расплодом и переносят их вместе с пчелами в улей, предназначенный для отводка. Дополнительно в отводок стряхивают молодых пчел еще с двух сотов с открытым расплодом. Одновременно в отводок ставят по два сота с медом и свежей пергой от основных семей, размещая их по обе стороны от сотов с расплодом. Всего в отводке должно быть не менее 1 кг корма на улочку пчел. Через 3-4 ч в отводок пускают матку, которую накрывают сетчатым колпачком на участке сота с расплодом и медом, или же размещают ее в клеточке между сотами с расплодом. Отводок тщательно утепляют (рисунок 37).



Рисунок 37. Формирование отводка

Вместо отобранных рамок основным семьям подставляют кормовые соты из запаса, пустые соты, а если в природе есть медосбор, то чередуют их с рамками, оснащенными вощиной. Закончив работу, снимают с сотов колпачки и выпускают маток.

Для предотвращения слета пчел и зараженности их варроатозом целесообразно отводки в день формирования увести на другой точок, удаленный от основных семей и соседних пасек не менее чем на 7 км.

Опыт Института пчеловодства показывает, что целесообразно из всего состава пасеки выделить на интенсивное размножение около 1/3 самых сильных и высокопродуктивных пчелиных семей, а остальные семьи использовать позднее для подсиливания отводков, после того как в отводках матки начнут откладку яиц.

Первоначально от каждой выделенной для интенсивного размножения семьи по достижении ими силы не менее 9 улочек пчел формируют один отводок, а затем, через 12-17 дней, формируют еще два отводка с плодными матками.

Формирование новых семей путем налета на матку. Этот прием применяют в основном для предотвращения или ликвидации роевого состояния в пчелиных семьях.

Из семьи, предназначенной для деления, отбирают 3 сота с печатным расплодом на выходе, 1 сот с молодым расплодом вместе с маткой, несколько сотов с медом и пергой и переставляют в новый улей. Дополнительно со склада дают 2-3 качественных пустых сота и 1-2 рамки с вощиной при наличии в природе медосбора. Новый улей ставят на место старого, а последний относят на другое место пасеки. Делать это надо во время сильного лета пчел. Все летные пчелы возвратятся на прежнее место, в новый улей, где найдут свою матку.

В старый улей подсаживают новую матку. В этой семье в первое время практически отсутствуют летные пчелы, но через несколько дней часть пчел более раннего возраста переключаются на летную работу и нормальный состав семьи постепенно восстанавливается.

Недостаток этого способа заключается в том, что в обеих семьях нарушается нормальное соотношение летных и нелетных пчел, а также нормальная жизнедеятельность семей.

*Особенности формирования отводков с спользованием неплодных маток или маточников***.** Отводки с неплодными матками или маточниками следует формировать путем отбора от основных семей пчел и сотов со зрелым печатным расплодом (на “выходе”). С использованием неплодных маток нецелесообразно формировать безрасплодные отводки, так как они очень плохо приживаются, сильно ослабевают, слишком долго развиваются до кондиции нормальной семьи и, как правило, в год формирования никакой продукции не дают.

Со времени дачи в отводок маточника или подсадки неплодной матки и до момента спаривания ее с трутнями и начала откладки яиц проходит не менее 8 дней. За этот период выходит весь расплод, имевшийся в отводке. В это время необходимо провести профилактическую обработку пчел от болезней.

Отводки с неплодными матками целесообразнее формировать во второй половине мая. Крайний допустимый срок формирования таких отводков – середина июня, за две-три недели перед главным медосбором. Отводки с неплодными матками, сформированные в более поздние сроки, не успевают набрать достаточную силу, чтобы пойти в зиму полноценными семьями, и не обеспечивают себя кормом на зимний период. Поэтому, чем позднее (в пределах указанных выше сроков) формируют отводок, тем больше пчел и расплода необходимо дать ему при подсиливании после начала кладки яиц маткой.

За счет отводков, сформированных в оптимальные сроки, можно увеличить медосбор пасеки на 21-36%.

Использование естественных роев для увеличения пасеки. На небольших пасеках можно с успехом использовать простой способ ускоренного размножения пчелиных семей с помощью естественных роев. Данный способ основан на использовании роевых маток, отличающихся, как известно, высоким качеством.

С весны пчеловоды принимают все меры к усилению семей с тем, чтобы наиболее продуктивные и сильные семьи пасеки заложили роевые маточники. Затем следят за выходом первого роя из этих семей. Из первого роя отбирают плодную матку и формируют с исполь-

зованием ее отводок от любой другой сильной семьи пасеки, а пчел возвращают в материнскую семью.

Из семьи с роевыми маточниками на девятый день выйдет второй рой с молодой неплодной маткой. Этот рой будет очень большой, так как в его состав войдут пчелы первого возвратившегося роя. Из роя и отроившейся материнской семьи формируют 4-5 отводков с количеством пчел в каждом не менее 1 кг. Расплод материнской семьи распределяют равномерно во все ульи (ко времени выхода второго роя весь расплод в семье будет запечатан), следя за тем, чтобы на одном из сотов был хороший роевой маточник. Каждый сформированный отводок должен иметь не менее 4 кг корма. Сформированные отводки вывозят на отдельный точок. Такие отводки, полученные с середины по конец мая, обеспечивают себя кормом и идут в зиму полноценными семьями.

Задание

1. Изучить комплекс условий для интенсивного роста пчелиных семей.
2. Освоить технику формирования отводков.

Контрольные вопросы

1. Какие способы искусственного размножения пчелиных семей знаете?
2. Какое значение имеет формирование отводков?
3. Комплекс условий для интенсивного роста пчелиных семей.
4. Какие подготовительные работы необходимо предпринять перед формированием новых семей?
5. Как используются естественные рои для увеличения пасеки?

Лабораторная работа 7

Вывод пчелиных маток

Цель: Ознакомиться с методами выведения неплодных маток, а также с производством плодных маток.

Оборудование и материалы:

1. Рамка-питомник, ульи-нуклеусы
2. Изолятор для получения одновозрастных личинок, изолятор для подсадки маток
3. Искусственные мисочки, прививочная рамка
4. Маточные клеточки и колпачки

подготовить – 4 – семьи-воспитательницы, количество личинок на прививочной рамке – 24 шт., кратность прививания – 4 раза, прием личинок – 50%.

Вывод неплодных маток. Учитывая разницу в сроках развития и полового созревания трутней и маток (трутень – 34-38 суток, матка – 23-26 суток), к выводу маток приступают при наличии в отцовских семьях печатного трутневого расплода. Материнскую семью, личинки (или яйца) которой берут для вывода маток, так же как и отцовские, выбирают из числа самых продуктивных, зимостойких и ценных по другим хозяйственно полезным признакам семей. Кроме того, как и отцовские, она должна быть чистопородной, т.е. полностью соответствовать по своим признакам стандарту данной районированной породы. Еще лучше, если материнская семья уже прошла отбор по качеству потомства и признана улучшательницей. Материнская семья не должна быть родственной ни с одной из отцовских семей. Родственное спаривание (инбридинг) снижает жизнеспособность, выносливость и продуктивность пчелиных семей. Эти требования должны быть соблюдены независимо от того, используется данная семья, только в качестве материнской или одновременно и в качестве воспитательницы.

Использование роевых маток Данный способ основан на приведении материнских, т.е. самых продуктивных, пчелиных семей в роевое состояние. Им создают наилучшие условия для интенсивного развития. Сдерживают расширение гнезд этих семей, а при необходимости – добавляют соты со зрелым печатным расплодом из других здоровых семей. Это способствует возникновения у пчел роевого состояния, в результате чего они закладывают роевые маточники. По мере созревания маточников, лучше вскоре после выхода роя, их осторожно вырезают из сотов и используют по назначению. Один из лучших маточников составляют отроившейся семье.

*Способ подрезки сотов***.** У выделенной для размножения семьи временно удаляют матку, подбирают сот с наибольшим количеством яиц и молодых личинок. Его подрезают ножом на уровне, где размещены наиболее молодые личинки. Линия подреза может быть прямой или дугообразной. По краю среза оставляют личинок, удаляя по две личинки через третью. Подготовленный сот возвращают в середину гнезда материнской семьи, пчелы на краю среза закладывают маточники на оставленных личинках. Если нужно увеличить число закладываемых пчелами маточников, то удлиняют линию прореза сота, делая его зигзагообразным. Когда матки в маточниках станут достаточно зрелыми – маточники вырезают и используют по назначению.

*Вырезка полосок сота и отдельных ячеек с личинками***.** У материнской семьи отбирают матку во временный отводок, а затем (через 5-7 часов) извлекают из ее гнезда сот с самыми молодыми личинками и разрезают его на полоски из одного ряда ячеек. Затем ячейки, со-

держащие личинок предназначенных для вывода маток, укорачивают по высоте наполовину, подрезая их горячим скальпелем или ножом. Стенки ячеек с личинками, из которых планируют вывести маток, надо расширить шаблоном, чтобы облегчить пчелам превращение их в маточные мисочки. Подготовленную полоску сота с прореженными личинками (две выбраковывают, а третью оставляют) закрепляют с помощью расплавленного воска личинками вниз, либо на дугообразном вырезанном соте, либо на рейке специальной прививочной рамки. Рамку с такой полоской (2-3 полосками) возвращают в гнездо обезматоченной пчелиной семьи. Можно также разрезать эти полоски на отдельные ячейки с личинками. Затем каждую ячейку приклеивают неподрезанной стороной с помощью расплавленного воска к клинышку из фанерного шпона. Эти клинышки (ширина у основания 12-15 мм, а длина- 30-35 мм) либо втыкают острым концом в пчелиный сот (по15-20 шт. с каждой стороны сота), либо приклеивают к трем рейкам прививочной рамки (всего 36 шт., по 12 на рейке). Вместо клинышков можно использовать деревянные патроны (брусочки размером, примерно, 20×20 мм, толщиною 5 мм) со скошенными боками с двух сторон. Такой патрон либо приклеивают воском к прививочной рейке, либо вдвигают ее в пазы. Сот или прививочную рамку с личинками ставят в середину подготовленного гнезда семьи-воспитательницы. Пчелы отстраивают на этих личинках маточники, которые через 10 суток после их прививки используют по назначению (раздают в нуклеусы, отводки или безматочные семьи, заключают в клеточки и т.д.). Если этого не сделать своевременно, то первая вышедшая из маточника матка убьет остальных.

Все перечисленные способы относятся к выводу маток без переноса личинок. Все эти способы в большинстве своем ориентированы на использование семей-воспитательниц, имеющих в гнездах не только печатный, но открытый расплод. Это приводит к тому, что некоторые из них начнут строить маточники не только на специально подготовленных ячейках с личинками, но и на обычном открытом расплоде, т.е. свищевые. Причем, свищевые маточники могут быть заложены на личинках старшего возраста, т.е. на 3-4-суточных. Эти матки выйдут из маточников раньше и уничтожат маток развивающихся в маточниках, отстроенных на подготовленных пчеловодом ячейках с личинками. Чтобы этого не произошло, через 1-2 суток после постановки семье-воспитательнице сота с личинками (или прививочной рамки) его гнездо осматривают. При этом уничтожают все свищевые маточники и подсчитывают количество принятых личинок

на маточное воспитание. Если прием был плохой, прививку личинок повторяют, удаляя принятых на маточное воспитание личинок.

Вывод маток с переносом личинок. Выводить маток на основе искусственных мисочек, в которые шпателем переносят личинок из рабочих ячеек, могут пчеловоды достаточно высокой квалификации, к тому же обладающие хорошим зрением. Поскольку при этом способе в отличии от предыдущих (без переноса) одна материнская семья может обеспечить личинкам не одну, а несколько семей-воспитательниц, то совместное использование одной и той же семьи не практикуется (т.е. материнская семья в качестве воспитателя не используется).

При отсутствии поддерживающего медосбора материнским семьям заблаговременно начинают давать стимулирующую добавку (медово-перговую смесь, углеводно-белковой канди) для улучшения питания пчел - кормилец и матки. Кроме того личинки, плавающие в молочке, легче захватывать шпателем.

Установлено, что при увеличении количества яиц, откладываемой маткой, уменьшаются их размеры и масса, и соответственно, ухудшается качество выводящихся из них особей. Из самых крупных яиц выводились самые крупные и высокоплодовитые матки, семьи которых были сильнее и собирали больше меда, чем семьи от маток сестер, выведшихся из мелких яиц. Поэтому за 7-10 дней до прививки личинок, матку в материнской семье резко ограничивают в откладке яиц. В этих целях ее помещают в 2-3 рамочный «карман», отдельный от основной части гнезда разделительной решеткой, в рамочный изолятор из разделительной решетки, в маломерный нуклеус или под маточный колпачок. Через 3-4 дня, когда темпы откладки яиц маткой резко упадут, соты с засевом от нее отбирают, а взамен их подставляют другие, со свободными ячейками, но уже очищенными пчелами данной семьи или нуклеуса (или перемещают ее вместе с колпачком на другой подходящий участок сота). При этом фиксируют время (дату и час дня), когда это было сделано. Если матка без перерыва продолжит откладку яиц на вновь подставленном соте (или участке сота), то через трое суток из них начнут выходить первые личинки, которые через 12 часов будут пригодными для вывода из них полноценных маток. Этих личинок с помощью шпателя (узенькая лопаточка шириною около 1,2-1,5 мм, заготовленная из гусиного пера, твердой древесины, стальной или алюминиевой проволоки) переносят из пчелиных ячеек в восковые или пластмассовые мисочки. Восковые мисочки изготавливают из светлого высококачественного расплавленного воска с помощью шаблона – палочки из древесины твердой породы длиною

около 10 см с закруглением на конце, диаметр которого выдержан в пределах 8,5-9 мм. Шаблон вначале окунают в холодную воду, а затем в расплавленный воск на глубину 6-7 мм, тут же вынимают его из воска, дают ему немного остыть и снова погружают в расплавленный воск, но на меньшую глубину, затем еще 1-2 раза. После этого снимают готовую мисочку с шаблона. Иногда, для повышения производительности труда при изготовления мисочек, в один блок монтируют 5-10 шаблонов. Восковые мисочки тыльной стороной окунают в расплавленный воск и приклеивают либо к клинышкам, либо к деревянным «патроном». Можно использовать для вывода маток мисочки из пищевого полистирола заводского изготовления, имеющие такой же диаметр (8,5-9 мм). До прививки личинок «патроны» с приклеенными к ним восковыми мисочками вводят в пазы реек прививочной рамки (3 рейки по 12 патронов). Также поступают и с пластмассовыми мисочками, если они изготовлены заодно с «патронами». Есть модификации пластмассовых мисочек, изготавливаемых с небольшим штырьком с обратной стороны, который втыкается в отверстие соответствующего диаметра, просверленное в рейке прививочной рамки. Желательно, чтобы у верхнего бруска прививочной рамки (независимо от вида используемых мисочек) была оставлена при ее изготовления полоска сота шириною 3-4 см, что ускоряет переход пчел-кормилиц к маточным личинкам. Затем, а каждую мисочку (как пластмассовую, так и восковую) на донышко наносят капельку корма (можно меда, а лучше маточного молочка от предыдущей прививки). Это не только исключает (или сокращает) перерыв в питания личинки, но и существенно облегчает процессы прививки. Сот (лучше молодой) из материнской семьи с личинками в возрасте около полусуток заносят в пасечное помещение, в котором температура воздуха должна быть около 25 ºС, а относительная влажность воздуха - не ниже 80% (если нужно, то предварительно смачивают пол). На чистом столе у окна (солнечные лучи не должны падать прямо на личинок) приступают к работе. На участке сота, где размещено больше всего личинок подходящего возраста, острым пасечным ножом подрезают его на половину высоты ячеек с тем, чтобы удобнее было извлекать личинок. Затем сот с подрезанными ячейками укладывают на специальную подставку, находящуюся на столе, которая фиксирует его в наклонном положении, удобном для работы. Процесс прививки заключается в том, что лопаточку шпателя подводят под личинку со стороны спинки (с выпуклой стороны), подхватывают и переносят ее в мисочку, слегка прижимая шпатель ко дну и протягивая через капельку корма, на которую личинки и соскальзывают. Если с первой

попытки не удалось подхватить личинку шпателем, то ее оставляют в ячейке (как возможно травмированную) и переходят к следующей личинке. Закончив прививку, рейкам с личинками придают нормальное положение, т.е. вставляют их концами между параллельными брусочками-держателями, прибитыми на внутренних сторонах боковых брусков прививочной рамки, либо проворачивают их мисочками книзу, если они фиксированы гвоздиками, вбитыми в их торец через эти бруски. Первая рейка размещается в 3см от верхнего бруска прививочной рамки, вторая на расстоянии 6-7см от нее, а третья на таком же расстоянии от второй. Прививочную рамку переносят в переносном ящике к гнезду семьи-воспитательницы и ставят в середину гнезда между сотами с расплодом заранее приготовленное место. Гнездо тщательно утепляют, а улей закрывают. Необходимо, чтобы между отбором из гнезда материнской семьи сота с молодыми личинками и постановкой прививочной рамки в гнездо семьи-воспитательницы прошло не более одного часа. Целесообразно за несколько часов до прививки личинок прививочные рамки с мисочками поставить в гнездо семьи-воспитательницы для шлифовки пчелами. Этот прием способствует повышению приема личинок на маточное воспитание.

Избежать кропотливой работы по переносу личинок шпателем можно, используя специальный сот на 100 ячеек (аналог джентерского) и двусторонний «Сарато-сот» (435х145мм). Матка с помощью колпачка изолируется на участке сота или искусственном «Саратовсоте», где основания ячеек представляют плотно скомпонованные пластмассовые донышки. После того как в них появятся отложенные маткой яйца, а затем и личинки, эти донышки изымают из сота и вместе с личинками закрепляются в маточных мисочках.

Выделение семьи-воспитательницы. Семья пчел, выделяемая в качестве воспитательницы, должна быть сильной, т.е. иметь не менее 3 кг пчел разных возрастных категорий (молодые пчелы-кормилицы, летные пчелы-сборщицы и т.д.). В гнезде такой семьи должно быть не менее 6 сотов разновозрастного расплода, 10-12 кг углеводного корма и 2-3 хороших перговых сота. Если в начале сезона на пасеке не находятся такой семьи, ее создают путем объединения двух семей средней силы (временно изолировав их маток в нуклеусах или отводах). Только в таких семьях можно вырастить достаточное количество высококачественных молодых маток, способных устойчиво передавать дочерним семьям ценные наследственные качества материнской семьи. Нужно иметь в виду, что семья-воспитательница оказывает сильное влияние на зоотехнические кондиции выращиваемых

маток, уровень развития их органов, но не может передавать им свои наследственные (в т.ч. породные) особенности. Поэтому нет необходимости при выборе семьи для использования в качестве воспитательницы учитывать ее породную принадлежность, продуктивные качества. Важно, чтобы она была свободной от заболеваний и находилась в роевом состоянии.

Известно, что одни семьи-воспитательницы хорошо принимают подставляемые на молочное воспитание личинки, вторые хуже, а третьи совсем плохо. Наиболее подходящие для воспитательниц семьи надо искать среди тех, которые не только соответствуют перечисленным выше требованиям, но и обильно кормят своих личинок, т.е. там, где личинки плавают в молочке. При отсутствии медосбора семьям-воспитательницам необходимо давать стимулирующие углеводно-белковые подкормки.

Способы формирования семей-воспитательниц. Известно три основных способа формирования семей-воспитательниц:

- с полным осиротением, т.е. без матки и открытого расплода;
- с частичным осиротением, т.е. без матки, но с расплодом всех возрастов;
- без осиротения, т.е. с маткой и расплодом всех возрастов.

На выбор способа формирования семьи-воспитательницы влияет целый ряд факторов. В частности семья-воспитательница среднерусской породы при наличии в гнезде незапечатанных личинок будет упорно закладывать свищевые маточники и плохо принимать подставляемые ей личинки для искусственного вывода маток. Следовательно, семьи этой породы можно использовать в качестве воспитательниц преимущественно на основе первого способа, т.е. удаляя при формировании матку и открытый расплод. Для семей серых горных кавказских пчел подходит способ с частичным осиротением – обезматочная семья этой породы, имеющая в гнезде расплод всех возрастов, хорошо принимает подставляемые личинки и мало закладывает свищевых маточников.

Третий способ, т.е. без осиротения, может быть в применении только к очень сильным семьям, пчелы которых плотно обсиживают не менее, чем два корпуса улья.

Формирование воспитательниц с полным осиротением. Для того чтобы к моменту формирования гнезда семьи-воспитательницы в нем было, как минимум, 4 сота с одним печатным расплодом, за 9 суток его делят пополам с помощью разделительной решетки. В одной половине гнезда помещают соты с разновозрастным расплодом (преимущественно с яйцами и молодыми личинками), а во второй - соты

с печатным расплодом и с пустыми ячейками для откладки яиц маткой, а также матку. Через 9 суток в первой половине гнезда все ячейки с расплодом будут запечатаны. Тогда из второй половины гнезда отбирают матку, сот с расплодом и пчелами, на котором она находится, а также остальные соты с расплодом, но без пчел, которых стряхивают или сметают в гнездо формируемой семьи-воспитательницы. Матку, отобранные соты с расплодом и одну улочку пчел используют для формирования отводка, подсиливая его к формируемой воспитательницы, убирают раздельную решетку и добавляют кормовые соты. Гнездо собирают, размещая расплодные соты (с исключительно печатным расплодом) в середине, а кормовые – по краям. Между расплодными сотами в середине гнезда оставляют свободное пространство в одну рамку, куда ставят прививочную рамку с мисочками для шлифовки пчелами, а затем через 18-20 часов, ее забирают, уносят в помещение. Через 10 суток после постановки прививочной рамки с личинками, ее отбирают, а маточники используют по назначению, предварительно выбраковав мелкие, кривые и поврежденные.

Семье-воспитательнице возвращают матку с временным отводом, и она становится обычной семьей. Если на пасеке есть термостат, в котором можно поддерживать температуру воздуха на уровне +34 – 35 ºС при относительной влажности 60-80%, то можно увеличить выход маточников с одной семьи- воспитательницы, формируемой этим способом. Для этого, как только маточники будут запечатаны (через5,5 суток), прививочную рамку переносят в термостат, а семье- воспитательнице дают новую прививочную рамку с привитыми личинками, с которой через тот же срок поступает подобным образом. Более двух раз подряд использовать для вывода маток семью-воспитательницу, сформированную таким способом, нецелесообразно, так как прием личинок резко падает, а качество выращиваемых маток заметно ухудшается. Если на пасеке нет термостата, а потребность в количестве маток относительно невелика, то воспитательницу для вывода маток используют лишь один раз.

Формирование семьи-воспитательницы с частичным осиротением. У семьи, выделенной для использования в качестве воспитательницы и отвечающей перечисленным требованиям, утром отбирают матку во временной отводок. При этом в середину гнезда, между сотами с разно- возрастным расплодом ставят прививочную рамку с пустыми мисочками для шлифовки, через 4-6 часов эту рамку уносят в пасечное помещение, где прививают личинок в мисочки и возвращают ее в гнездо семьи-воспитательницы. Через один-два дня гнездо осматривают, проверяют прием личинок на маточное воспита-

ние и срывают все свищевые. Через 5 дней после прививки запечатанные маточники переставляют в термостат (если он имеется на пасеке), или через десять дней отбирают их для использования по назначению, а воспитательнице подставляют очередную (вторую) прививочную рамку.

Еще через 10 дней подставляют третью прививочную рамку, которая должна быть последней, чтобы не допустить снижения качества воспитываемых маток. Примерно, через 10 дней после формирования воспитательницы ей, в середину гнезда подставляют два сота с большим количеством разновозрастного расплода из других семей с тем, чтобы поддержать ее способность к выводу полноценных маток на личинках последующих прививок. После отбора 3 прививочной рамки семье-воспитательнице возвращают матку с тем, она подготовилась к использованию главного медосбора.

Формирование семей-воспитательниц без осиротения. Возможности описанных способов формирования семей-воспитательниц довольно ограничены – с их помощью можно воспитать в одной семье не более 3 прививок, т.е. около 100 неплодовых маток при благоприятных условиях. Такая производительность может считаться удовлетворительной, если пчеловод выводит маток для потребностей собственной пасеки. Если он специализируется на выводе и продаже маток другим пчеловодам, то самым рентабельным окажется формирование семей-воспитательниц без осиротения, т.е. без отбора матки и открытого расплода. При данном способе значительно удлиняется период эксплуатации семей в качестве воспитательницы (иногда до 2-х месяцев), что позволяет получить от нее не одну сотню неплодных маток, не снижая производства продукции. Потребность в количестве семей-воспитательниц при этом существенно сокращается. Еще одно преимущество способа заключается в том, что в присутствии открытого расплода пчелы-кормилицы обильнее снабжают маточным молочком выращиваемых личинок, а в результате чего выводятся матки лучшего качества, чем в семьях-воспитательницах, формируемых с полным осиротением. Для использования в качестве воспитательниц выбирают самые сильные семьи пасеки. В связи с тем, что семьи с открытым расплодом плохо принимают, но лучше кормят маточных личинок, а семьи с одним печатным расплодом лучше принимают, но хуже кормят, работу по выводу маток с помощью настоящего способа разделяют на 2 этапа.

Вывод маток начинают в безматочной семье-стартере. Матку и весь открытый расплод за несколько часов перед прививкой личинок удаляют из семьи, оставляя лишь печатный расплод. Семья-стартер

должна иметь не менее 10 кг меда, 2 перговых сота и 10 улочек пчел. Такой семье дают личинок только для приема, а через 20-24 часа – прививочные рамки с принятыми личинками от них отбирают и переносят для доращивания в сильные семьи-воспитательницы (с матками и разновозрастным расплодом). В ту же семью стартер через 5-6 часов после отбора первой прививочной рамки дают на прием новую партию маточных личинок. Семьи-стартеры постоянно подсиливают печатным расплодом и молодыми пчелами. Такую семью используют до тех пор, пока не наступит заметное уменьшение числа принимаемых на маточное воспитание личинок. В том случае, формируют новую семью-стартер, а предыдущую превращают в обычную семью, подсадив ей плодную матку.

Для получения большего количества принятых личинок можно применять усовершенствованный способ формирования семьи стартера. От сильной пчелиной семьи отбирают матку и расплод всех возрастов. В семье оставляют 3-4 кормовых сота без расплода и дают ей на прием сразу 100-150 личинок, размещая прививочные рамки между сотами с кормом. Такой семье-стартеру, дают личинок на 20-24 часа лишь для приема. После этого принятых личинок переносят в сильные семьи-воспитательницы для доращивания.

Семьи-воспитательницы, предназначенные для докармливания принятых личинок. Эти семьи должны иметь не менее 20 улочек пчел, матку, печатный и открытый расплод. Принятых семьей-стартером маточных личинок они хорошо выкармливают, так как большое количество открытого расплода в гнездах предопределяет и наличие большого числа пчел-кормилец, интенсивно выделяющих молочко. Поэтому сочетание семьи- стартера и семьи-воспитательницы без «осиротения» позволяет получить большое количество высококачественных неплодных маток. Семья-воспитательница такого типа формируется в двухкорпусном улье на рамку 435х300 мм или в 3-х корпусах многокорпусного улья (на рамку 435х230 мм), или в улье-лежаке. В первом и во втором случаях матку помещают в нижнем корпусе, содержащем кормовые соты, соты преимущественно с печатным расплодом, а также рамки суши. Нижний корпус покрывают разделительной решеткой, а на него ставят второй корпус. Второй корпус многокорпусного улья заполняют рамками суши и вощины. Во втором корпусе двухкорпусного улья и в третьем - многокорпусного размещают преимущественно соты с открытым расплодом и по краям – кормовые. В третьем случае формируют воспитательницу в улье – лежаке делением ее гнезда разделительной решеткой на 2 части. В одной части улья находится матка, а в

другой – соты с открытым расплодом и кормом. На один прием для докармливания одной такой семье-воспитательнице подставляют не более 30 принятых в семьях- стартерах личинок. Такие прививочные рамки с принятыми личинками размещают в середине безматочной части гнезда между рамками с открытым расплодом.

По истечении трех суток прививочную рамку с личинками переставляют через одну вправо или влево от середины гнезда, а на ее место ставят на докармливание из семьи-стартера новую. Через трое суток первую прививочную рамку отодвигают еще дальше, на ее место переставляют вторую, а в середину гнезда ставят новую из семьи-стартера. Через девять-десять дней после постановки первой прививочной рамки ее отбирают и используют маточники по назначению.

Семье-воспитательнице дают очередную прививочную рамку и продолжают до тех пор, пока нужны маточники и пока семья будет хорошо их выкармливать. Через девять дней весь открытый расплод в верхних корпусах двухкорпусных или трехкорпусных ульев, или в безматочных отделениях ульев-лежаков пчелы запечатывают. Поэтому из той части ульев, где находится матки, все соты с открытым расплодом переносят в безматочное отделение, а печатный расплод из безматочного отделения – в ту часть улья, где находится матка. Обмен производят каждые семь-восемь дней, следя за тем, чтобы матка оставалась в своем отделении улья.

Отбирая маточники из гнезда воспитательницы, их надо как можно скорее подсадить в семьи, отводки или нуклеусы. От улья к улью маточники доставляют в закрытом переносном ящике. Обычно маточники прикрепляют на сот с печатным расплодом. Некоторые пчеловоды подставляют маточник, заключенный в клеточку Титова. И только через день-два, соблюдая необходимые предосторожности, выпускают из клеточки вышедшую из маточника молодую матку. Иногда доподсаживают в клеточки неплодную матку, однако, делают это, обычно, когда не успевают подсадить зрелые маточники. Большинство пчеловодов убеждены в том, что пчелы принимают лучше зрелые маточники, чем неплодных маток.

После выхода маток из маточников их также подвергают браковке, уничтожая мелких, с недоразвитыми крыльями, поврежденными лапками и др. дефектами. В соответствии с требованиями стандарта неплодная матка должна иметь массу не менее 180-190 мг (в зависимости от породы), а плодная - не менее 200-210 мг.

Молодая матка может быть выбракована и вскоре после начала откладки яиц, если она окажется трутовкой, т.е., если по каким либо причинам она не спарится с трутнями и станет откладывать только

неоплодотворные яйца. Выявить такую матку сравнительно несложно по «горбатому» расплоду.

Производство плодных маток. Молодая матка начинает выполнять свои функции после спаривания с трутнями, которое обычно происходит (в зависимости от погоды) на 7-12 день ее жизни. Еще через 3-4 дня (т.е. на 10-15 день)она приступает к откладке оплодотворенных яиц. В безматочную семью (потерявшую матку, или после выбраковки старой) в крайнем случае можно подсадить и маточник или неплодную матку, но тогда перерыв в откладке яиц (продолжительностью до 3 недель) может заметно ослабить семью и снизить ее продуктивность. Поэтому рекомендуется для посадки в пчелиные семьи и получить молодых плодных маток с помощью нуклеусов (маленьких семеек пчел специально формируемых для содержания в них молодых маток до спаривания с трутнями и начала отладки оплодотворенных яиц). Чтобы это производство было рентабельным, необходимо от каждого нуклеуса в течение сезона получить не менее 3 плодных маток.

Нуклеусы на обычную гнездовую рамку. Такие нуклеусы распространены, в основном, на медово-товарных пасеках, где получают сравнительно небольшое количество плодных маток для удовлетворения потребностей своего хозяйства. Временные нуклеусы на стандартную рамку формируют на гнездовом корпусе любого улья. Для этого глухой фанерной перегородкой отгораживают отделение-«карман» на 2-3 рамки. Леток в нуклеусе лучше делать с противоположной или боковой стороны улья. Перегородки должны быть подвижными, для чего на стенки улья и дна набивают по 2 рейки, а между ними оставляют паз, соответствующей толщине фанерной перегородки. Можно в стенках улья и дне (объемом) сделать пропилы глубиной 5-6 мм, в которые войдут края перегородки. Можно также разделить гнездовой корпус улья глухими перегородками на 3-4 отделения с летками, ориентированные в разные стороны. Есть еще один вариант, который заключается в том, что второй корпус 12-ти рамочного улья разделяют перегородками на 3-4 отделения с летками, устраивают снизу фанерное дно и устанавливают на гнездовой корпус пчелиной семьи.

Такие нуклеусы удобны тем, что для них не нужно готовить специальные ульи и рамки. Формировать, подсиливать и обеспечивать кормом их удобно за счет основных семей пасеки.

Нуклеусы с гнездовыми сотами формируют из одной-двух рамок зрелого расплода с сидящими на них пчелами и 1-2 – с медом и пергой. В формируемый нуклеус дополнительно стряхивают пчел с

двух рамок, учитывая, что часть из них вернется в свои ульи. При этом нужно следить за тем, чтобы не перенести в нуклеус матку вместе с пчелами из основной семьи. Чтобы молодая матка после спаривания могла легко найти свой леток, стенки разных нуклеусов, находящихся в одном улье, окрашивают в разные цвета. После формирования каждому нуклеусу дают зрелый маточник или неплодную матку, а через день-два проверяют их прием. После того, как матка начнет откладывать яйца, ее отбирают из нуклеуса и используют по назначению (т.е. подсаживают в основную семью или отводок), а взамен ее нуклеусу дают новый маточник или неплодную матку. Чтобы убедится в качестве расплода, и пополнить нуклеус расплодом, молодую матку отбирают из нуклеуса не ранее, чем через 3-4 дня после начала откладки яиц.

Есть и другие приемы использования этих нуклеусов. После спаривания неплодной матки с трутнями такой нуклеус отсаживают в отдельный улей, хорошо подсиливают его молодыми пчелами и зрелым пчелиным расплодом, превращая в нормальную семью. Если нуклеус был сформирован в «кармане» семьи со старой маткой, то ее уничтожают сразу же, как только спарится с трутнями молодая, убирают перегородку и объединяют семью с нуклеусом. Таким образом, обеспечивают смену старой матки на молодую плодную.

Нуклеусы на полную рамку имеют и свои недостатки: из-за большого объема гнезда для их формирования требуется много пчел, расплода и кормов. На получение каждой матки в таких нуклеусах затрачивается больше средств по сравнению с нуклеусами уменьшенного объема с маленькими рамками.

Кроме того, такие нуклеусы с молодыми матками довольно часто оставляют зимовать через фанерную перегородку с основными семьями (в качестве запасных маток). Весной маток используют для исправления безматочных семей, а также для формирования ранних отводков.

Нуклеусы на уменьшенную рамку. Такие нуклеусы широко применяют в специализированных пчеловодческих хозяйствах южных районов, где занимаются массовым производством маток, а также на пасеках Нечерноземной зоны РФ, хотя и в меньших объемах. Для формирования таких нуклеусов требуется меньше пчел и кормов. Слет пчел из нуклеусов на уменьшенную рамку наблюдается чаще, на них могут нападать пчелы-воровки. Но при массовом производстве маток такие нуклеусы выгоднее экономически.

Известно много типов и конструкций нуклеусов с уменьшенной рамкой. Чаще всего делают их на 1/2-, 1/3-, 1/4-гнездовой рамке

(435х300 мм) или на ½ многокорпусной рамки. В ряде хозяйств используют нуклеусы на 1/8 и на 1/16 часть стандартной рамки. Обычно матковыводных пасеках применяют нуклеусы на 1/2 или 1/4 стандартной рамки или 1/2 рамки много- корпусного улья (435х230 мм). Делают их 1-2 и 4 - местными с 3-мя рамками (иногда с тремя рамками и рамкой- кормушкой) в каждом отделении. При изготовлении таких нуклеусов размеры улейков определяют в соответствии с размерами принятой рамки. Во всех случаях строго соблюдают расстояние между рамками и стенками нуклеуса, а также размеры надрамочного пространства. Перегородки в этих нуклеусах должны быть «глухими», чтоб пчелы не проходили из одного отделения в другое.

В настоящее время на многих разведенческих пасеках применяют 4-ех - местный нуклеусный улей, размер рамок которого составляет 206-134 мм, т.е. 1/4 часть гнездовой.

Четыре таких нуклеусных рамки входят в гнездовую, что удобно для заготовки в них корма, расплода и отстройки сотов на вощине, а также хранения в корпусах. Нуклеусы на четыре места имеют по летку в каждой стенке улья, окрашенные в разные цвета, что способствует лучшей ориентации маток при вылетах. Размещение четырех семеек в одном улье способствует взаимному согреванию их при похолоданиях, а также сокращает затраты времени на переходы пчеловода от улья к улью.

Выбор типа и размера нуклеуса во многом зависит от используемой породы пчел. Южные породы – кавказская и итальянская – могут в присутствии матки жить маленькими группами по 40-60 г пчелы, а масса среднерусских пчел, образующих нуклеус, должна быть не менее 250 г.

*Формирование нуклеусов.*При формировании нуклеусов на 1/4 стандартной рамки в гнездо каждого отделения нуклеусного улья ставят одну кормовую рамку. Одну- с разновозрастным расплодом на выходе, одну рамку суши и заселяют 100-150 г молодых пчел. Нуклеусы можно заселять без расплода, но только молодыми пчелами; в этом случае в кормушках должен постоянно быть корм, переработка которого удерживает от слетов.

Пчел для нуклеусов берут из сильных семей с большим количеством расплода. В пустой фанерный ящик стряхивают пчел из нескольких семей, следят за тем, чтобы в ящик не попали матки. Ящик с пчелами ставят с открытым отверстием в верхней его части в тень. Летные пчелы слетят в свои ульи, а оставшимися молодыми заселяют нуклеусы. Для этого открывают ящик с пчелами и слегка сбрызгивают их водой (чтобы они меньше беспокоились), а затем засыпают

пчел в нуклеус. В момент заселения нуклеусам подсаживают зрелые маточники или неплодных маток в клеточке Титова, заделывая нижнее отверстие вощиной. Нуклеусы размещают на некотором расстоянии от пасеки, желательно среди деревьев и кустарников, что уменьшает потери маток при брачных полетах. Отсутствие рядом с пчелиными семьями нуклеусов заметно уменьшает их слеты, которые провоцируют нападом пчел-воровок из этих семей. Нуклеусные ульи расставляют на подставки и в конце следующего дня открывают летки в каждом отделении. В жаркую пагоду это может привести к запариванию пчел. Поэтому многие матководы в течении 2-3-х дней после формирования выдерживают нуклеусы в прохладном помещении. Временная изоляция пчел в нуклеусе заставляет их энергично чистить ячейки, ухаживать за расплодом, перерабатывать корм и т.д., что привязывает их к новому жилищу и удерживает от слетов. Через сутки после открытия летков проверяют силу нуклеусов, наличие корма, матки. При наличии в нуклеусе неплодной матки сразу же между рамочками подсаживают вторую молодую матку в клеточке Титова. В день отбора первых плодных маток выпускают неплодных маток, открывая и наващивая нижнее отверстие клеточки. За счет содержания в каждом отделении нуклеуса двух маток (одна в закрытой клеточке и одна уже принятая пчелами) повышается пропускная способность нуклеусов в течении матковыводного сезона.

В жаркие дни надо усиливать вентиляцию нуклеусов, а иногда притенять их, т.к. при перегреве пчелы часто слетают. В жарких, засушливых районах в этих целях просверливают дополнительные летки.

Задание

1. Ознакомиться с подготовительными работами по получению пчелиных маток.

2. Составить календарный график работы по выводу маток. Условия – 5-дневный цикл, 2 семьи участвуют – 1- материнская семья, 1 - семья-воспитательница. Начало вывода маток – 5 мая, 5-кратная повторяемость прививки личинок.

3. Рассчитать выход неплодных маток, если планируется прививать определенное количество личинок.

4. Освоить технику формирования нуклеусов для получения маток.

Таблица 3. Календарный план вывода маток для формирования майских отводков на пасеке в 150 семей пчел

№	Наименование работ	Прививки		
		первая	вторая	третья
1	Изоляция маток в материнской семье	30.04		
2	Осиротение семей-воспитательниц	3.05	8.05	13.05
3	Прививка личинок	4.05	9.05	14.05
4	Проверка приема личинок	5.05	10.05	15.05
5	Отбор запечатанных маточников	14.05	190.5	24.05
6	Отбор и использование вышедших маток	16.05	21.05	26.05

Используются:

1. Материнская семья;
2. Три семьи-воспитательницы;
3. Две вспомогательные;
4. Одна семья-инкубатор.

Воспитательницы используются с 5-дневным циклом, дают личинок трехкратно.

Расчет выхода маток:

$$\frac{2 \times 24 \times 3 \times 45\%}{100} = 64 \text{ маток},$$

2 – количество воспитательниц; 24 – количество привитых личинок, 3 – кратность прививок; 45 - % приема.

При прививке по 36 личинок, прием 40%:

$$\frac{2 \times 36 \times 3 \times 40}{100} = 85 \text{ маток}$$

Контрольные вопросы

1. Какие группы пчелиных семей, используются при выводе маток и их назначение?
2. Как производится подготовка восковых мисочек и прививка личинок?
3. Как производится отбор и инкубация маточников?
4. Способы формирования нуклеусных ульев, их достоинства и недостатки.
5. В чем заключается метод интенсивной технологии производства плодных маток.

ТЕМА 3. БОЛЕЗНИ ПЧЕЛ

Лабораторная работа 8
Противоварроатозная обработка пчелиных семей. Дезинфекция на пасеке для профилактики болезней пчел

Цель: Изучить методы лабораторной и пасечной диагностики варроатоза пчел, приемы лечебно-оздоровительных мероприятий и дезинфекции для прифилактики болезней пчел.

Оборудование и материалы:

1. Картинки и слайды про инвазионные и инфекционные болезни пчел, муляжи возбудителей болезней
2. Лабораторная посуда, пинцеты, эмалированные или фарфоровые тарелки
3. Бинокуляр, микроскоп и лупы
4. Эфир серный или хлороформ, восковой карандаш, вата, пробы пчел и расплода

Варроатоз (варрооз) – *Varroosis* – инвазионная болезнь пчелиных семей, поражающая личинок, куколок, пчел, трутней и маток, вызываемая клещом варроа якобсони (Varroa jacobsoni Oudemans, 1904).

Возбудитель. Самки клеща варроа паразитируют на теле рабочих пчел, трутней, маток, личинок и куколок. Тело самки темно-коричневого цвета с густым опушением, сплюснутое, со слегка выпуклой спинной поверхностью, поперечно-овальной формы, длиной 1-1,77 и шириной 1,50-1,99 мм. Клещи хорошо видны невооруженным глазом на поверхности тела пчелы, пчелиных и трутневых личинок и куколок (рисунок 38).



Рисунок 38. Куколка и пчела, пораженные клещом варроа

Самец белого или слегка желтоватого цвета, почти округлой формы, длиной 0,80-0,97 и шириной 0,70-0,93 мм. Клещи имеют ко-

люще-сосущий ротовой аппарат и четыре пары шестичлениковых коротких и сильных ног, заканчивающихся присосками, с помощью которых прочно прикрепляются к телу пчелы, личинки или другому объекту. Местами обитания самок клеща на теле пчелы являются сочленения между головой и грудью, грудью и брюшком, а также между первыми брюшными сегментами. На одной пчеле, трутне и матке может паразитировать от 1 до 5-8 самок клеща. На куколках рабочих пчел и трутней до 12-20 паразитов. Наибольшее количество клещей встречается на молодых, выходящих из ячеек пчелах и трутнях, меньше – на внутриульевых и совсем мало – на пчелах-сборщицах нектара и пыльцы.

Самок клеща можно видеть на сотах, планках рамок, стенках и дне улья. Клещей в зараженной пчелиной семье может быть от нескольких экземпляров до 30 тыс. и больше.

Размножение происходит половым путем в трутневом и пчелином расплоде и связано с биологией пчелиных семей. Самки клеща проникают в пчелиный расплод за сутки, в трутневый – за трое суток перед запечатыванием ячеек и откладывают в пчелиной ячейке до 5 яиц, в трутневой - до 6, прикрепляя их к стенке ячейки или стенке кокона, сплетенного личинкой пчелы или трутня. В одну ячейку сота для откладывания яиц может проникать одна или несколько самок (рисунок 39).

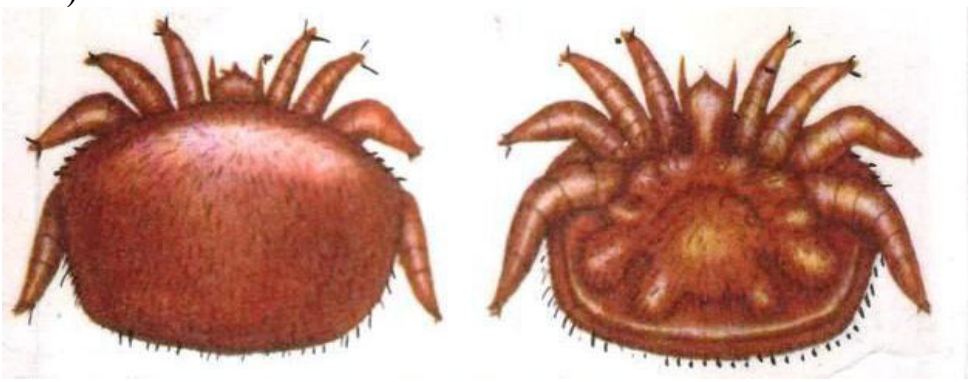


Рисунок 39. Взрослая самка клеща варроа (вид со стороны спинки и брюшка)

Через сутки из яйца выходит шестиногая личинка, которая в начале вторых суток превращается в протонимфу, способную питаться гемолимфой. Спустя 3-5 дней протонимфа после линьки переходит в стадию дейтонимфы, а через два дня – во взрослого клеща. Цикл развития у самок длится 8-9 дней, у самцов – 6-7 дней. Оплодотворение самок происходит в ячейках перед выходом из них пчел и трутней. Полного развития достигают только те особи клеща, которые начали свое существование на предкуколке трутня или пчелы.

Самцы малоподвижные и после оплодотворения молодых самок погибают в ячейке. Каждая самка способна на протяжении жизни

сделать до трех яйцекладок. Самки клеща, выплодившиеся летом, живут 2-3 мес., а осенью – до 7-10 мес. и более. Зимуют взрослые самки глубоко внедрившись между стергитами брюшка пчелы, сочленениями груди и брюшка, груди и головы. Весной с появлением расплода в семье пчел самки проникают в ячейки, где и откладывают яйца. Степень поражения клещом пчел и расплода колеблется в зависимости от сезона года. Весной заклещенность пчел по сравнению с расплодом небольшая, к осени (август-сентябрь) увеличивается в несколько раз. Весной и осенью сильнее поражен пчелиный расплод, а летом – трутневой.

Самки обладают определенной устойчивостью. Вне пчелиной семьи в пустых ульях без сотов они сохраняют жизнеспособность 7 суток, на светлых сотах – 6-7, на трупах пчел, трутней и куколок – 5-11, в воско-перговой крошке – 9, при минусовой температуре (10-30 °С) – 2-3, на сотах с остатками личиночных оболочек – до 18, в запечатанном расплоде при 20 °С – в течение 30, при погружении в холодную воду – до 5 суток. Самки могут жить до 9 суток при 28 °С и относительной влажности 85% и 3 суток – при 35 °С и влажности 50%, а при той же температуре и влажности 10-20% они погибают в первые сутки. Самки становятся неподвижными при 17 °С, при 19-27 °С они переходят в сторону зоны повышенной температуры, а при 34-41 °С – передвигаются в сторону зоны низких температур. Температура 42-44 °С вызывает у них беспорядочное движение. Солнечное освещение заставляет их прятаться в затененное место. Под воздействием прямых солнечных лучей на цветках медоносов самки погибают через 1,5 ч. Часть из них не теряет жизнеспособности до 5 суток, и за это время они могут переселиться на пчелу.

Расселению паразита в семье пчел благоприятствуют условия микроклимата внутри пчелиного гнезда и полноценные корма в период развития клеша в расплоде и во время паразитирования на взрослых особях. Этому способствует отсутствие у хозяина специфического защитного механизма против паразита. Слишком короткий цикл развития паразита по сравнению с выходом молодых пчел и трутней позволяет самкам закончить полный цикл воспроизводства в пчелиных и трутневых ячейках. Это обеспечивает быстрое накопление паразита в семье.

Развитие клеща от яйца до имаго происходит в закрытой ячейке, что делает его устойчивым к неблагоприятным условиям среды. Важными факторами расселения клеща в семье являются его морфологические и физиологические особенности, позволяющие быстро переходить от пчелы к пчеле.

От одной семьи к другой клещ варроа передается пчелами, посещающими чужие семьи; трутнями во время вылета и при брачных полетах; при контакте пораженных и здоровых пчел на медоносах; при близком расположении ульев друг к другу; при перестановке пораженного расплода в здоровые семьи или замене матки без осмотра ее на наличие клещей.

Основной источник заражения пчелиных семей клещом варроа - это больные семьи. Характерной чертой возбудителя является то, что болезнь распространяется исключительно самками клеща. Заражение семей, находящихся на расстоянии 100 м от неблагополучной пасеки, происходит через 32 дня, размещенных в 500 м – через 73 дня. В летний период за 3 месяца инвазия варроатоза может распространиться на 6-11 км. Клещ варроа может быть переносчиком возбудителей таких инфекционных болезней, как американский гнилец, септицемия, колибактериоз, гафниоз, острый паралич, мешотчатый расплод и др.

*Признаки и течение болезни***.** При первичном заражении клещом болезнь протекает медленно и незаметно, не влияет на продуктивность пчелиных семей. Проявление клинических признаков наблюдается обычно на 2-3 -й год после возникновения болезни при поражении свыше 20% пчел в семье или в случаях недостаточного количества обработок против варроатоза. Пораженные семьи в зимний период проявляют беспокойство, шумят, пчелы вылетают из ульев с переполненным кишечником, поносят и погибают.

В весенне-летний период семьи пчел отстают в развитии по сравнению со здоровыми или слабо пораженными. Летом и осенью в больных семьях отмечается выбрасывание из ульев погибших, недоразвитых, малых размеров молодых пчел и трутней, а также личинок и куколок. Пчелы и трутни часто рождаются без крыльев. Трутни становятся неспособными к спариванию с матками, количество их резко сокращается. Матки в инвазированных семьях яйцекладку в ячейки производят неравномерно, плодовитость их снижается.

В пораженных семьях, обычно в конце лета и начале осени, наблюдается пестрый расплод, продырявленные крышечки, погибшие личинки и куколки желтоватого цвета, которые разлагаются в гнилостную массу, напоминающую гнилец. Продолжительность жизни пораженных пчел сокращается, наблюдается ускоренное старение клеток гемолимфы и в целом организма. Инвазированные пчелы становятся вялыми, плохо летают, стараются очистить тело от паразитов и впоследствии погибают.

Пчелы в семьях гибнут от варроатоза в осенне-зимний период и весной. На фоне варроатозной инвазии вследствие снижения естест-

венной устойчивости организма и ослабления семей часто развиваются другие болезни, что приводит к быстрой гибели пчел.

Прогноз заболевания зависит от степени поражения, внешних условий, плодовитости матки, состояния пчелиных семей, обеспеченности их полноценными кормами и эффективности проводимых противоварроатозных мероприятий. Обильная и поздне-осенняя подкормка сахарным сиропом приводит к гибели пчелиных семей даже при 10-15%-ной степени поражения клещом. Самовыздоровления от варроатоза не наблюдается.

Диагноз на варроатоз ставят на основании визуального обнаружения клещей варроа на пчелах, трутнях, в трутневом и пчелином расплоде и в ульевом соре со дна улья, а также по клиническим признакам с учетом эпизоотических данных.

В условиях пасеки пробу живых пчел помещают в стеклянную банку, наливают в нее 150 мл горячей воды (70 °С), добавляют 2-3 г стирального порошка и помешивают в течение 1-2 мин. Затем погибших пчел извлекают пинцетом из раствора, тщательно прополоскав, подсчитывают их количество. Раствор сливают в другую банку через марлю и подсчитывают количество отпавших клещей. Разделив количество обнаруженных клещей (К) на число пчел в пробе (П) и, умножив на 100, получают степень заражения (С) пчел клещом в семье в процентах (%). С = (К : П) х 100.

Для обнаружения клещей варроа в печатном расплоде острым ножом срезают восковые крышечки и пинцетом извлекают куколок и личинок из 100 ячеек, поместив их в чашку, обращают внимание на дно и стенки ячеек.

Наибольшее количество клещей паразитирует на пчелах в конце сезона и осенью. Заклещеванность пчелиных семей определяют по трем степеням поражения: слабая – до 2, средняя – до 4 и сильная – свыше 4 клещей на 100 пчел и ячеек с печатным расплодом.

Меры борьбы. На неблагополучных по варроатозу пасеках осуществляют систему организационно-хозяйственных, биотехнологических, физических, лечебных и ветеринарно-санитарных мероприятий согласно действующей инструкции. Независимо от степени поражения пчелиных семей варроатозом ежегодно планируют и проводят их обработку, делая отметку об этом в ветеринарно-санитарном паспорте пасеки и при составлении ветеринарной отчетности.

В неблагополучной по варроатозу зоне руководители хозяйств и пчеловоды, а также владельцы пасек обязаны соблюдать ветеринарно-санитарные правила содержания пчел и ухода за ними и обеспечивать проведение технологических приемов, направленных на под-

держание уровня жизнедеятельности пчелиных семей и снижение развития клеща варроа в семьях пчел.

Для этого на пасеке ульи ставят на подставки или колышки высотой не менее 30 см от земли на хорошо освещенной солнцем местности. Пчел постоянно обеспечивают доброкачественной пергой, а при ее недостатке в гнездах, особенно весной, пчелиным семьям дают белковую пасту или сахарно-медовый сироп в кормушках или чистых сотах с добавлением цветочной пыльцы, дрожжей, сухого или свежего обезжиренного молока, соевой муки, трутневого гомогената, биоспона, полиамина и полизина.

На пасеке содержат сильные пчелиные семьи в хороших ульях, окрашенных в различаемые пчелами цвета (белый, голубой, желтый) и оборудованных специальными съемными сетчатыми подрамниками или жировыми придонными ловушками, препятствующими возвращению клещей на пчел. Соблюдают требуемое расстояние между ульями на территории пасеки. Для пчел оборудуют поилки с пресной и подсоленной водой (содержание 0,01% поваренной соли).

Ежегодно в ульях обновляют не менее 1/3 старых соторамок заново отстроенными и заменяют всех неполноценных пчелиных маток и старше двух лет. Регулярно в течение весенне-летнего периода в гнезда подставляют строительные рамки, рамки-ловушки с трутневыми ячейками и уничтожают печатный трутневый расплод через каждые 12-14 дней. После срезания крышечек из сотов вытряхивают куколок и личинок, промывают их 2-3%-ным раствором уксусной кислоты, затем водой.

В нескольких отцовских семьях пасеки сохраняют трутневый расплод для спаривания молодых маток.

На территории пасеки периодически подкашивают траву, очищают предлетковые площадки от трупов пчел и выброшенного расплода и сжигают их. При кочевках не допускают постановки пчелиных семей на перелете пчел; проводят борьбу с пчелиным воровством меда, блужданием пчел и противороевые мероприятия. После откачки меда возвращают соты и корпуса в те же ульи. На каждой пасеке создают в течение сезона не менее 20-25% запасных маток и обеспечивают семьи пчел доброкачественными кормами.

Ежегодно в августе исследуют сотовый мед на падь. Падевый мед удаляют из гнезд, заменяя его цветочным или сахаром. Для пополнения кормовых запасов на зиму допускается скармливание не более 5-8 кг сахара на семью пчел. Проводят объединение слабых семей, занимающих менее трех улочек, и безматочных семей, обеспечивая их кормами.

Эффективным технологическим приемом против варроатоза является получение новых пчелиных семей с помощью формирования безрасплодных отводков. Проводят его в конце мая - начале июня на плодную или неплодную матку или зрелый маточник по силе не менее 6 улочек или перед главным медосбором – 8 улочек. Для этого в чистый улей с двумя кормовыми соторамками переносят два-три сота с 1-5-дневными личинками и стряхивают до 1 кг пчел от предварительно обработанной против варроатоза пчелиной семьи и через 2-3 ч дают плодную матку или зрелый маточник. Новый отводок ставят на два дня в прохладное помещение или сразу вывозят на отдельный точок на расстояние 5-7 км от основной пасеки.

Можно формировать отводки на зрелый маточник путем отбора из основной семьи 4-6 рамок с печатным расплодом, молодыми пчелами и 1-2 соторамками с кормом, подставляя в гнездо зрелый маточник. Улей закрывают на 2-3 дня. Через 13-16 дней, когда молодая матка приступит к яйцекладке, всех выплодившихся пчел с клещами обрабатывают 2-3 раза утвержденным акарицидом.

Для формирования отводков путем налета на матку или маточник основную семью относят в сторону на 20-30 м и на ее место помещают улей с пустыми соторамками, кормом и матку в клеточке или маточник. Летные пчелы возвратятся в новый улей. Матку выпускают на второй день и пчел в обоих ульях обрабатывают акарицидом. С этой же целью семью переселяют в новый улей, укомплектованный пустыми сотами, который ставят на место прежнего. Пчел стряхивают с рамок основной семьи на лист фанеры или бумаги, положенный перед новым ульем, и направляют их в леток дымом из дымаря.

Матку помещают в новый улей в клеточке, а позже ее выпускают на соты. Когда пчелы соберутся в улей, вечером их обрабатывают акарицидом. Расплод из основной семьи помещают в утепленный улей-инкубатор и дают воду. Молодых пчел по мере выхода из расплода через 10 и 21 день обрабатывают препаратом. Рои, прилетевшие на пасеку из других мест, также подвергают дезакаризации.

В связи с варроатозом на пасеках вводят ограничения, по условиям которых запрещают кочевку пчелиных семей, перестановку сотов с расплодом из одной семьи в другую, слет роев, межхозяйственные связи.

Неблагополучным по варроатозу хозяйствам разрешается получать бессотовые пакеты пчел и маток из аналогичных пасек при отсутствии карантинных и заразных болезней пчел по согласованию с ветслужбой района и после предварительных обработок акарицидами. Для вновь организуемых пасек и хозяйств, использующих пчел на

опылении культур закрытого грунта, разрешается отправка пчел в сотовых пакетах. На отправляемых пчел и маток оформляют ветеринарное свидетельство по форме № 1.

Лечение. При варроатозе применяют фенотиазин ветеринарный (ТУ-84-538-74), фольбекс, варофен, варроксан Т-1, муравьиную, щавелевую, молочную кислоты, тимол и тимолсодержащие растения, акпин, неорон, КАС-81, бипин, бипин -Т, варропол, янтрин, дилабик, оксамат и другие, а также тепловой способ.

Перед массовыми обработками пчелиных семей каждый препарат испытывают на трех семьях, разных по силе, соблюдая наставление по применению. В случаях осыпания пчел, гибели маток, слета пчел, выбрасывания расплода, поноса или признаков токсикоза препарат не применяют.

Пчел обрабатывают акарицидами весной после облета пчел и санитарной очистки ульев (март-май), летом после откачки меда (август) и осенью (сентябрь-октябрь) до сформирования клуба при температуре воздуха не ниже 12-14 °С.

Перед обработками ульи герметизируют, замазывают трещины и щели, на дно помещают сетчатые подрамники или клещеуловители, оборудуют летковые вкладыши. Сверху на сотовые рамки кладут холстик или потолочные доски, затем бумагу или пленку, утеплительную подушку и улей закрывают крышей. В контрольные семьи (10% от общего количества семей пасеки) на дно кладут лист бумаги или пленку, смазанные вазелиновым маслом. Клещей, осыпавшихся на них после учета и обработки, сжигают.

Для повышения эффективности ранневесенних и заключительных осенних обработок рамки с расплодом рекомендуется переносить в семьи-инкубаторы или верхние корпуса. Через 15 и 21 день выплодившихся молодых пчел после облета обрабатывают акарицидом и используют для подсиливания слабых семей или формирования новых.

Лечебные обработки выполняют пчеловоды или специально подготовленные рабочие под контролем ветеринарных специалистов. При этом соблюдают меры предосторожности, работают в халате, прорезиненном фартуке, резиновых перчатках, очках и респираторе. После обработки спецодежду снимают, руки и лицо тщательно моют водой с мылом.

Варроксан Т-1 выпускается в форме термических таблеток сероватого цвета. Препарат применяют в виде аэрозолей дыма, получаемого при сжигании в улье. Пчелиные семьи обрабатывают весной и осенью после откачки меда трехкратно с семидневным интервалом. На одну обработку семьи пчел в 12-рамочном улье требуется 1,5 таб-

летки, а на каждый корпус многокорпусного улья – одна. Таблетку препарата помещают на металлическую пластинку, поджигают, накрывают защитным колпачком и в тлеющем виде вводят на дно улья. Летки оставляют открытыми. Пчел обрабатывают при температуре воздуха не ниже 14 °С.

Пихтовое (ГОСТ 11699-80) и сосновое (ГОСТ 6792-74) эфирные масла применяют для обработки семей пчел весной и в летне-осенний период при наружной температуре воздуха от 14 до 30 °С путем испарения их в улье. Для этого на полиэтиленовую пленку или пергаментную бумагу равномерно наносят по 1-2 мл масла и помещают на дно улья под сетчатый подрамник или на верхние бруски сторамок, а на дно улья для сбора клещей помещают пленку или бумагу с нейтральным маслом. Перед обработкой летки в ульях плотно закрывают и после введения эфирного масла гнезда пчел закрывают холстинкой, подушкой и крышкой на 1-2 ч.

Затем открывают на 2-3 см, а препарат в улье оставляют на 48-72 ч. Можно применять возгонку масел, наливая на свежие гнилушки в горящий дымарь столовую ложку эфирного масла. Образовавшимся дымом окуривают пчел через леток в течение 10-20 с. Затем через леток на дно улья помещают полиэтиленовую пленку с эфирным маслом на 24 ч. Леток закрывают на 1 ч. Весной и осенью пчелиные семьи обрабатывают эфирными маслами 1-2 раза через 8-10 дней, летом – 2-3 раза. Осенью гнездовые рамки перед обработкой раздвигают на 15-20 мм. При высокой температуре воздуха применять эфирные масла не рекомендуется.

Муравьиную кислоту применяют техническую (ГОСТ 1706-78) марки А и Б и чистую (ГОСТ 5848-73) в виде паров при температуре воздуха от 14 °С до 25 °С весной после облета пчел и в летне-осенний период после откачки меда. Для обработки пчелиной семьи используют 30-50 мл муравьиной кислоты. Ее наливают во флаконы с широким горлышком диаметром до 2 см с марлевым фитилем, выступающим на 3-5 см, или полиэтиленовые пакеты размером 20х30 см с картонными вкладышами, или в бытовые полиэтиленовые крышки, диаметром 9 см, или в специальный пластмассовый дозирующий испаритель диаметром 120 мм и высотой 30 мм. Флаконы с кислотой подвешивают к верхнему бруску пустой рамки, пакеты с 1-3 отверстиями до 2 см в диаметре, бытовые крышки, накрытые картоном, и испаритель помещают в улей на сторамки. Кислоту вносят в пчелиные семьи весной дважды с интервалом 12 дней на 3-5 дней, а осенью однократно на 3-5 дней.

Щавелевая кислота (ТУ 6-14-1047-79) используют в виде 2%-ного водного раствора, опрыскивая им пчел на соторамках с помощью аэрозольного распылителя. Раствор кислоты готовят перед применением на теплой (30 °С) прокипяченной воде. Каждую соторамку опрыскивают поочередно, вынимая из гнезда, или же раздвигая рамки до 5 см, направляют аэрозоль непосредственно на пчел по улочкам, удалив перед этим несколько соторамок из гнезда в переносной ящик. Нельзя допускать попадания раствора в ячейки с открытым расплодом и пергой. На одну соторамку с обеих сторон расходуют 10-12 мл раствора. Пчелиные семьи в течение сезона обрабатывают 3-4 раза при температуре окружающего воздуха не ниже -16 °С. Весной опрыскивают пчел после облета. При сильной степени поражения обработку повторяют через 12 дней. Летом, после откачки меда, пчелиные семьи обрабатывают два раза с таким же интервалом. Нельзя допускать позднеосенних обработок пчел, после которых наблюдается закисание перги и меда и отравление.

Утвержден также способ обработки пчел парами щавелевой кислоты путем возгонки в специальном устройстве. Для обработки пчелиной семьи в 12-рамочном улье используют 2 г кислоты, которую помещают в рабочую камеру металлического устройства с двумя трубками – входной и выходной, подогреваемую паяльной лампой или другим нагревателем. Сначала прогревают выходную трубку в течение 5-7 с и вводят ее в нижний леток улья и сразу прогревают рабочую камеру 30-40 с. Затем открывают на одну секунду вентиль на входной трубке для подачи из баллона кислорода или углекислого газа под давлением 150 кПа. Для подачи паров кислоты из камеры в улей можно использовать автомобильный насос, соединяя его с входной трубкой (4-5 качка). После охлаждения днища рабочей камеры холодной водой ее заполняют новой дозой кислоты.

В зависимости от степени поражения клещом семьи пчел обрабатывают в течение сезона до 4-5 раз. Весной после массового облета пчел 1-2 раза через 7-12 дней и осенью после откачки меда 1-2 обработки с таким же интервалом при наружной температуре воздуха не ниже 10 °С.

Для возгонки паров щавелевой кислоты можно использовать различной конструкции устройства и приспособления, строго соблюдая при этом установленную дозировку кислоты и правила личной безопасности в работе.

Молочную кислоту применяют в виде 10%-ного водного раствора, которым опрыскивают соторамки с пчелами при помощи аэрозольного распылителя. Предварительно из гнезда удаляют 1-2 сото-

рамки с медом и пергой. На обработку одной соторамки расходуют 8-10 мл раствора кислоты. В течение активного сезона пчелиные семьи обрабатывают четыре раза: весной, после облета пчел – дважды с интервалом 10 дней и в летне-осенний период после медосбора и откачки меда – двукратно с таким же интервалом. Температура воздуха должна быть не ниже +14 °С.

Акпин (неорон) – акарицидный препарат-порошок песочного цвета, хорошо растворим в ацетоне и других органических растворителях, почти не растворяется в воде. Выпускается в форме термических полосок, размером 3 грамма бромпропилата. Перед обработкой семьи ульи герметизируют, а на дно помещают сетчатые подрамники. Полоску акпина укрепляют на проволоке длиной 20 см, зажигают и в тлеющем виде вводят в улей сверху гнезда между крайними сторамками, расширяя пространство между ними до 3 см, или помещают на металлическую сетку подрамника. Полоску можно вводить в улей через нижний леток, укрепляя ее на специальной металлической пластинке или фиксируя в вертикальном положении на дне улья. Доза препарата – одна полоска на семью в 10-12-рамочном улье и две – в 16-20-рамочном. Весной пчелиные семьи обрабатывают 2-3 раза через 24-48 ч в зависимости от поражения клещом. При заклещенности свыше 10% из гнезд удаляют расплод, формируя отводки. Основные семьи обрабатывают полосками со второго дня трижды через 1-2 суток, а молодых пчел в отводках – через 21 день также три раза с таким же интервалом. Обработки заканчивают за месяц до главного медосбора. Семьи, пчел обрабатывают 2-3 раза: летом, после медосбора и откачки меда, и осенью, с интервалом 24 ч.

Санвар представляет собой эмульсию на жировой основе. Действие препарата на клещей обусловлено наличием летучих компонентов, входящих в его состав. Санвар применяют в ульях, оборудованных сетчатыми подрамниками. Используют при температуре воздуха от 7 до 25 °С. Применяют весной, летом, в период массового выхода расплода, после откачки меда, или осенью после выхода расплода. На лист бумаги наносят 12 мл санвара на 12-рамочный улей, помещают на противень сетчатого подрамника и оставляют в улье на 10-12 дней. Осенью обрабатывают дважды с интервалом в 10-12 дней.

Бипин (тактик) выпускается в форме 12,5%-ного эмульгирующего концентрата, специфического запаха, содержащего действующее вещество амитраз. Упакован в герметически закрытых ампулах объемом 1 мл.

Для лечения пчелиных семей бипин применяют в виде 0,00625%-ной водной суспензии, которую готовят из расчета на 1 мл препарата 2 л чистой водопроводной воды, тщательно смешивают.

Семьи пчел обрабатывают осенью в период формирования клуба и отсутствия в них расплода при температуре окружающего воздуха ±5 °С. Пчелиные семьи поливают из шприца водной суспензией бипина в межрамочные пространства двукратно с интервалом семь дней. Доза – 10 мл на улочку пчел.

Суспензию бипина используют в день ее приготовления.

Варропол представляет собой полимерные полоски содержащие амитраз в качестве действующего вещества. Полоски варропола упакованы в герметичные пакеты по 4 или 10 шт. в каждом.

Варропол применяют весной до начала медосбора или осенью после откачки товарного меда. Необходимое количество полосок препарата зависит от силы семьи и степени пораженности пчел клещами. Обычно применяют одну полоску на 5 рамок. Полоски подвешивают вертикально между рамками в середине улочек, равномерно распределяя их по улью.

Полоски должны находится в улье 30-35 дней.

Амицид представляет собой термические дымовые пластины содержащие амитраз (изготовленные из картона или фильтровальной бумаги) размером 20-50 мм, упакованные в полиэтиленовые пакеты. Пчелиные семьи обрабатывают утром или вечером при температуре не ниже 10 °С. Полоски укрепляют на специальной металлической пластине с шипами, поджигают и в тлеющем состоянии вводят в нижний леток улья, леток закрывают на 20 минут. Семьи с расплодом обрабатывают трехкратно с интервалом 4-7 дней, а без расплода – двукратно через 1-7 дней. Доза – 1 полоска на семьи из 10 улочек.

Тимолсодержащие растения – чабрец ползучий и обыкновенный – применяют в дозе 100 г. Растения предварительно пропускают через мясорубку и помещают в марлевый мешочек или кладут над гнездом пчел, покрыв сверху пленкой. По мере высыхания через 3-5 дней в пакет кладут свежую массу. Обработки тимолом и чабрецом прекращают за семь дней до откачки меда. Слабые семьи, имеющие менее трех улочек, тимолом не обрабатывают. В случаях прекращения маткой яйцекладки, выкучивания'или слета пчел и других отрицательных явлений тимол удаляют из ульев.

Препарат КАС-81 представляет собой жидкость коричневого цвета, приготовленную из отвара почек сосны и полыни горькой. Заранее заготовленное, высушенное и измельченное сырье смешивают в таком соотношении: почек сосны – 50 г, полыни горькой во время

вегетации – 50 и полыни горькой в период цветения – 900 г. Кипятят в 10 л воды 2-3 ч. Остывший и профильтрованный через 2-3 слоя марли отвар скармливают пчелиным семьям в конце сезона после откачки меда из расчета на 1 л сиропа 30-35 мл отвара. Пчелам в 12-рамочном улье дают 5-6 л сиропа, а в лежаке и многокорпусном улье до 10 л сиропа в 3-4 приема по мере переработки семьями. Препарат можно давать пчелам с сиропом или канди и весной в качестве побудительной подкормки. КАС-81 обладает системным действием на клеща варроа и стимулирующим на развитие пчелиных семей.

Укропное масло используют весной и осенью путем испарения его в гнезде пчел и с кормом. Приготовленную смесь, состоящую из 85 г вазелина и 15 г укропного масла, тщательно смешивают и наносят равномерным слоем на два листа пергаментной бумаги или пленки, которые помещают таким образом: один лист на противень сетчатого подрамника, другой – сверху соторамок жировым слоем к пчелам. Листы с препаратом заменяют весной трехкратно через семь дней и осенью – двукратно. Применяя с кормом пчелам дают на 1 л сиропа 2-3 мл укропного масла (тщательно смешивая) из расчета по 150 мл на улочку. Лечебный сироп заливают в 1-2 соторамки и ставят с краю гнезда трижды через 3-5 дней. На дне ульев должны быть сетчатые подрамники. Акарицидную смесь применяют при температуре окружающего воздуха 7-25 °С, а лечебный сироп при -14 °С.

Формицид выпускается в форме жидкости, содержащей действующее вещество муравьиную кислоту. Для обработки пчелиных семей его применяют в виде паров таким же способом, как и указанную кислоту (см. муравьиная кислота).

В последние годы в нашей стране помимо перечисленных средств для борьбы с варроатозом рекомендуются новые эффективные импортные препараты.

Апистан контактный акарицид, содержащий действующее вещество флувалинат (из группы цианопиретроидов), безопасный для пчел. Выпускается в виде поливинилхлоридных полосок размером 250х30х1 мм, пропитанных препаратом. Пчелиные семьи обрабатывают осенью, подвешивая V-образным крючком две полоски (из расчета на 12-рамочный улей) между рамками гнезда с обеих сторон и выдерживая 30 дней. Полоски удаляют из ульев перед формированием зимнего клуба. В период медосбора препарат не применяют. Лечебная эффективность составляет до 99-100%.

Высокоэффективными средствами при варроатозе являются аналогичные отечественные препараты контактного действия апистар, апилат и выпущенные в виде деревянных пластинок

содержащие препарат флувалинат - апифит, ПАК-750, фумисан, апит, применение которых аналогично испльзованию апистана. Каждую пластинку можно применять 2-3 раза, переставляя в новые семьи, но перед этим кончиком стамески делают 3 прдольных царапины с обеих сторон и опрыскивают водой.

Байварол выпускается в виде полосок ПВХ, содержащих 3,6 мг флуметрина. Для пчелиных семей с нормальным развитием применяют 2 полоски. Полоски препарата байварол опускают в межрамочное пространство в улье в центральной зоне пчелиного гнезда так, чтобы пчелы могли перемещаться по ним с обеих сторон. Для этого петли для подвешивания отгибают в заданных маркированных местах сгиба – обе в одну и ту же сторону и вешают на верхний брусок рамки. Продолжительность применения должна быть не менее 15 дней, но не более шести недель.

Перицин выпускается в виде гранул, действующее вещество кумафос (0,64%). Для обработки пчелиных семей готовят водную суспензию, содержащую 100 г перицина и 900 мл воды. Семьи пчел обрабатывают осенью путем введения водной суспензии перицина тонкой струйкой в гнездо в дозе 10 мл на улочку дважды с интервалом 24-48 ч, через неделю обработку повторяют. Перицин гранулят можно скармливать пчелиным семьям с сахарным сиропом, добавляя 5 г препарата на 1 л сиропа. Лечебный корм дают осенью трижды через семь дней.

ТЭДА – представляющий собой тлеющий аэрозолеобразующий состав в виде шнура, содержащий специфический акарицид. Тлеющие элементы ТЭДА из расчета один шнур на одну семью пчел силой 5-8 улочек поджигают и вводят в нижний леток на специальных подложках, после чего закрывают леток на 40-60 минут. Обработки проводят в апреле-июне (активный период) и в октябре (безрасплодный период) два или три раза с интервалом 6-8 дней.

При обработках пчел химическими препаратами необходимо соблюдать правила личной гигиены и безопасности.

Тепловой способ получил широкое признание среди пчеловодов. Он является эффективным средством, исключающим попадание химических веществ в мед и пергу. Сущность его заключается в том, что при нагревании пораженных пчел в специальной камере в течение 15 мин до 47 °С клещ варроа осыпается и погибает, т. к. он не выносит такой температуры. Семьи пчел обрабатывают и в термокамере в безрасплодный период, в основном осенью (октябрь-ноябрь-декабрь) при температуре окружающего воздуха от 0°С до 8 °С, а бессотовые пакеты пчел, отводки и рои – в течение всего активного

сезона. Пчел одного улья стряхивают из сотов в специальную сетчатую кассету с размером ячеек 2,5х3 мм, которую помещают на 15 мин в камеру с температурой воздуха до 47 °С или на 30 мин при 45 °С. Кассету с пчелами периодически встряхивают.

Обработку проводят при низкой относительной влажности воздуха в камере. С этой целью камеру оборудуют вентилятором, засасывающим воздух извне, и продувают его мимо нагревателя через кассету с пчелами. После обработки кассету вынимают из камеры, пчелам дают успокоиться и затем возвращают обратно в улей. При последующем использовании кассеты, воронки и камеры для предупреждения заноса инфекции подвергают санитарной очистке и дезинфекции. Для этого их обжигают огнем паяльной лампы или орошают водным раствором, содержащим 3% перекиси водорода и 1% муравьиной кислоты, или препаратом ГЛАК – 0,5 л/м^2 при экспозиции 3 ч. При заключительной дезакаризации на пасеке пустые ульи, запасные соты, утеплительные подушки и инвентарь выдерживают в недоступном для пчел помещении в течение 35 дней. За это время клещи погибают. Для ускорения дезакаризации эти объекты помещают под пленку и обрабатывают сернистым газом из расчета 200 г/м серы при экспозиции 24 ч или газами - бромистым метилом, ОКЭБМ – в дозе 200 г на 1 мл пленочного пространства при экспозиции 10 ч.

Ограничения с пасеки снимают после получения двухразового отрицательного результата исследования взрослых пчел и трутневого расплода в осеннюю ревизию прошлого года и весеннюю текущего и выполнения требуемых санитарных мероприятий.

Задание

1. Ознакомиться с методикой определения заклещеванности пчелиных семей.
2. Изучить зоотехнические и химические методы борьбы с клещом варроа.
3. Освоить методы отбора патологического материала для исследования арахнозов пчел

Контрольные вопросы

1. Когда и кем был впервые обнаружен клещ варроа?
2. Где паразитирует, размножается и чем питается клещ варроа?
3. Какие бывают степени поражения пчел клещом?
4. Назовите зоотехнические меры борьбы против клеща?
5. Лекарственные препараты, применяемые при варроатозе, и их дозировка?

Лабораторная работа 9

Учет на пасеке

Цель: Ознакомиться с формами учета на пасеке. Составить ведомость состояния семей пчел и акты весенней и осенней ревизии пасеки.

Оборудование и материалы:

1. Ульи с пчелами, корпуса с кормовыми рамками, подушки, холстики, подушки, холстики, таблицы, раздаточный материал, необходимый инвентарь (дымарь, стамеска, вставная доска) тетрадь, линейка.
2. Макеты типовых ульев с записями количества кормовых запасов, обозначенными а рамках.
3. Бланки актов весенней и осенней проверки (ревизии) пасеки, журнал пасечного учета, ветеринарно-санитарный паспорт.
4. Бланки по определению выхода товарного воска и расхода вощины на пасеке

Правильная постановка учета на пасеке способствует сохранности имущества, лучшему контролю за выполнением производственного задания и выходом продукции, а также определению затрат в пчеловодстве. Систематическое ведение производственных записей дает возможность правильно организовать племенную работу на пасеках и собрать соответствующий материал для изучения местных медосборных условий. Все это имеет важное значение и для планирования дальнейшего развития пчеловодства в хозяйстве.

Учетными документами являются журнал пасечного учета, дневник пасеки (контрольного улья), ветеринарно-санитарный паспорт, акты весенней и осенней проверки (ревизии) пасеки, журнал посещений зимовника, а также инвентарная книга (журнал) для записей движения товарно-материальных ценностей (мед, вощина, ульи и т.д.), которые поступают или выбывают с пасеки (приложение, таблица 1,2). Учет инвентаря и материалов ведется в книге по следующим графам: порядковый номер, название инвентаря, оборудования и материалов, год, число, месяц поступления на пасеку, количество, цена, сумма, примечание.

Если материал израсходован, его списывают актом с участием ревизионной комиссии. Так же списывают пришедший в негодность инвентарь и оборудование. В этом же журнале ведется учет откаченного меда и вытопленного воска (вытопок): указываются дата, название продукции, количество (каждой партии), фамилия лица, которому отпущена продукция и номер накладной.

Отпуск с пасеки – материалов или инвентаря производится только по накладной, подписанной руководителем хозяйства и главного бухгалтера.

Хранение продуктов пчеловодства на пасеке не допускается. Вся продукция своевременно сдается на склад хозяйства.

Журнал пасечного учета (пасечный журнал) обеспечивает контроль повседневных работ, проводимых в пчелиных семьях. Основная цель этих записей – отразить ход развития каждой семьи пчел и ее продуктивность с целью проведения селекционно-племенной работы. Записи в журнале также позволяют пчеловоду точно знать, в какой семье обнаружены недостатки и какие принять, меры для их устранения.

Журнал состоит из отдельных карточек (таблица 3), которые заводятся на каждую пчелиную семью. В верхней части пишут номер семьи, год рождения матки, ее породу и происхождение. В графах отражены месяц и дата осмотра, что дано семье (сотов, пчел, расплода, меда и корма, рамок с вощиной), что взято (сотов, пчел, меда, расплода), что осталось после осмотра (сотов, пчел, расплода, меда, перги).

Одновременно при обнаружении в пчелиной семье каких-либо особенностей (отстройка маточников, отсутствие расплода, заболевание пчел и т.д.) пчеловод делает в журнале пасечного учета специальную пометку. В отдельной графе отмечает выполнение таких работ, как постановка второго корпуса или магазинной надставки, подкормка пчел сахаром, пересадка семьи в чистый корпус, появление роевых мисочек, выход роя и т.д.

Рекомендуется записи делать непосредственно, не отходя от улья, в противном случае можно что-нибудь упустить. На основе журнальных записей составляются сводные ведомости весеннего и осеннего учетов состояния семей пчел.

В конце сезона подсчитывают, сколько получено меда, воска, отстроено сотов, сформировано отводков и реализовано пчелопакетов (роев).

В результате всех этих сведений проставляется комплексная оценка семьи по всем признакам (зимостойкости, силе, медопродуктивности и т.д.) и определяется место занятое семьей по основным хозяйственно-полезным признакам на пасеке.

Применяется также форма учета, по которой яйценоскость маток и медопродуктивность семей учитывается по определенным периодам. При этой форме ведения записей расплод можно учитывать в квадратах или сотнях ячеек, что позволит высчитывать яйценоскость маток. Обычно такими записями пользуются в научных исследованиях.

Для учета состояния семей пчел также используют карточку и временные записи. Для каждой семьи (по номеру) заводят особую карточку, которая помещается под крышкой улья или хранят в особых ящиках (каталогах). Для каждой пасеки заводят свой карточный каталог.

Некоторые пчеловоды делают записи на внутренней стороне крыши. Они показывают, в каком состоянии находится каждая семья и что необходимо сделать в то или иное время. При такой системе учета не остается сведений о состоянии и продуктивности семей по истечении определенного периода времени. Кроме того, записи разбросаны по всей пасеке и трудно поддаются анализу, обобщению.

Журнальная система больше привлекает пчеловодов и ее больше применяют на небольших пасеках (от 20 до 200 пчелиных семей). Если же семей пчел больше и расположены они на многих пасеках, то удобнее пользовать карточной системой, временные записи и журналы удобны для массовой селекции, а при индивидуальном отборе больше применимы карточки. Следует отметить, что при любой системе учета семей желательно, чтобы каждая семья (а не улей) имела свой номерок.

Дневник пасеки (контрольного улья) служит для записи фенологических и метеорологических наблюдений (таблица 4). В нем отмечает: год и число, привес контрольного улья за сутки, состояние погоды, температуру воздуха – утром, днем и вечером, интенсивность лета пчел, начало и конец цветения медоносных растений. Записи помогают пчеловоду определить состояние медосбора и спланировать выполнение текущих работ на пасеке. Такие записи со временем дают возможность определить периоды медосбора и промежутки между ними с тем, чтобы их «закрыть» специально посеянными медоносами, либо вывозить пасеку на цветущие массивы медоносов. Они же помогают разрабатывать наиболее подходящие для данной зоны приемы ухода за пчелами.

Прежде чем сделать запись в дневнике контрольного улья, пчеловод определяет прибыль (убыль) в массе за сутки, взвешивая этот улей. Работу выполняют вечером, после окончания лета пчел. На весы устанавливают улей со средней по силе семьей пчел.

Производственные записи на пасеке. Количество и качественное состояние семей пчел на пасеках учитывают дважды: во время весенней и осенней проверки (ревизии) пасеки (пчелофермы).

Весной после выставки пчел из зимовника специально назначенная руководителем хозяйства комиссия тщательно проверяет состояние всех пчелиных семей, результаты проверки заносят в ведо-

мость осмотра семей пчел, в которой указывают номер семьи, количество в улье сотов, рамок с расплодом, меда и т.д. (таблица 5).

На племенной пасеке результаты осмотра семей пчел записываются подробно (таблица 6). На основание ведомости составляют акт весенней проверки пасеки.

Осенью после окончания медосбора комиссия, назначаемая руководителем хозяйства, проверяет подготовку пасеки к зимовке. Результаты проверки заносят в ведомость осмотра. На основании ведомости осмотра семей пчел комиссия составляет акт проверки пасеки, определяют выход товарного воска и расхода вощины (таблица 7). На основание акта осеннего состояния семей пчел пасеки и накладных сдачи продукции на склад или передачи на другую пасеку начисляется доплата пчеловодам.

При расчете фактического выхода валового и товарного меда в среднем на одну пчелиную семью в расчет берется количество перезимовавших пчелосемей, фуражного корма – семьи, идущие в предстоящую зимовку: товарного воска – имеющиеся на начало года (плюс купленные минус проданные, зимовалые).

В заключении акта весенней и осенней проверки пасеки комиссия вносит предложения по улучшению ее работы.

Норма выбраковки соторамок по пасеке при содержании пчел в 12 рамочном улье с магазином – гнездовых – 4 шт., магазинных – 2 шт., двухкорпусных – 8 шт. и многокорпусных – 10 шт.

Выход товарного воска с каждой соторамки в переводе на гнездовую – 120 г, вытопок в 1 кг – 23%. Если на пасеке имеется в наличие суши, то их надо перевести в топленый воск и считать как товарный воск. В 1-ом сорте суши содержится воска 80%, во II-ом – 60% в III-ем – 40%.

При расчете фактического выхода валового и товарного меда в среднем на одну пчелиную семью в расчет берется количество перезимовавших пчелосемей, фуражного корма – семьи, идущие в предстоящую зимовку: товарного воска – имеющиеся на начало года (плюс купленные, минус проданные зимовалые).

Задание

1. Ознакомиться с формами учета на пасеке.

2. Определить выход товарного воска и расхода вощины (будет дан пример).

3. Провести деловую игру на тему: «Проведение осенней ревизии на пасеке».

Порядок выполнения работы

После изучения методического указания выполняются задания, и по проделанной работе оформляется отчет. Время, отводимое на выполнение заданий – 2 часа.

Ознакомиться с формами учета на пасеке.

В ходе занятия студенты знакомятся учетными документами на пасеке (таблицы 1-6 Приложения).

Определить выход товарного воска и расхода вощины (таблица 4)**.**

Таблица 4. Индивидуальное задание расчета товарного выхода воска

№ варианта	Кол-во семей пчел, шт.	Выбраковано сотов, шт.	Кол-во вытопок, кг	Кол-во воскосырья
1	110	320	9	10
2	100	300	8	9
3	120	350	10	12
4	90	290	9	10
5	100	310	12	14
6	115	340	15	16
7	95	260	13	10
8	120	380	17	15
9	90	250	10	8
10	80	230	9	7
11	130	400	22	22
12	125	385	20	13
13	110	310	18	13
14	100	290	15	10
15	95	315	17	14

Товарный выход воска определяется по формуле (1):

ВТ = (ВС х 120)+(Вх23)+(ПСх200)+(Сх80) (1),

где - ВТ – воск товарный;

ВС – количество выбракованных соторамок в течение года;

120 – выход воска с одной соторамки в граммах;

В – вытопки;

23 – 23% выход воска из вытопок;

ПС – количество пчелиных семей на начало года ;

200 – выход воска от каждой пчелиной семьи в граммах, полученного от срезков, сотовых язычков, строительных рамок;

С – воскосырье;

80 – выход воска от воскосырья (%).

Пример: Выход воска по норме ВТ = (400 х 120) + (40 х 23) + (100 х 200) + (10 х 80) = 85,2 кг или с каждой семьи 852 г (85,2 : 100).

Фактически выход воска составил 50+5+9,2 (40 х 23%) + 8 (10 х 80) = 72,2 кг или с каждой семьи по 722 г, разница - по пасеке равно 13 кг (не достает по норме).

Расход вощины определяется по формуле (2):

$$И = (Р – Р^1) + ВС / 14 \quad (2),$$

где И – расход вощины, кг; Р - количество сотов (в переводе на гнездовые рамки) на конец года, шт.; $Р^1$ - количество сотов на начало года, шт.;

ВС – количество выбракованных соторамок в течение сезона, шт.;

14 – количество листов вощины в одном килограмме, шт.

Расход вощины по норме:

Пример: $И = \frac{2500-2300+400}{14} = \frac{600}{14} = 42,9$ кг

фактически 50-42,9 = 7,1 кг

разница + - по пасеке + 7,1 кг.

Деловая игра «Проведение осенней ревизии на пасеке».

В настоящее время при современных способах передачи и получения информации занятия должны восполняться новыми активными формами обучения. Одной из таких форм является проведение деловых игр, которые можно организовать в форме дискуссии, инсценировки, моделирования.

Деловая игра строится на основе встречающихся на производстве конкретных ситуациях. Студенты по желанию распределяются на группы, получают разную роль в игре. Группа студентов, анализируя производственную ситуацию и принимая на каждом этапе игры конкретные решения. Достигает конечных результатов.

Технология проведения деловой игры. Преподаватель (игротехник) делит группу студентов на три-четыре подгруппы (команды), назначает арбитров (2 чел.), которые работают под его непосредственным руководством.

В состав каждой игровой команды входят б студентов, и каждой группе участники договариваются о распределении «условных ролей», например: инспектор по пчеловодству, руководитель хозяйства, главный зоотехник, главный бухгалтер, бригадир по пчеловодству, пчеловод, Каждая команда определяет ведущего («капитан команды») и сладится за отдельный стол, преподаватель следит только за тем, чтобы за каждым игровым столом было равное числи игроков.

Игра проводится в 7 этапов. Каждый этап оценивается отдельно по 5-балльной системе.

Первый этап. Подготовительный. На этом этапе должны быть прочитаны лекции согласно темы деловой игры. Участники игры самостоятельно знакомят с литературой, с методической частью указания, а также с формами учета на пасеке.

Второй этап. На этом этапе команды сообщают информацию по итогам первого этапа.

Третий этап. Этот этап проходит в форме дискуссий. Игроки двух команд задают «каверзные вопросы» игрокам третьей команды. Арбитрами засекается время: на обсуждение каждого вопроса дается 3 минуты. Игротехник следит за тем, чтобы игра в режиме вопросов-ответов не переросла в перепалку, бесконечное обсуждение проблемы, ситуации. Если вопрос или реплика некорректны, игротехник имеет право снять их и отклонить.

Четвертый этап. Каждой команде выдается задание. Получив задание (акт осенней ревизии) каждая команда работает обособленно, не вступает в контакт с другими. На данном этапе игры «игротехник» (преподаватель) выступает в роли консультанта.

Пятый этап. Обсуждение результатов работы каждой команды. Представители команд выступают с обоснованием оптимального решения выданного данной команде задании. Проводится дискуссия по результатам работы команд. Преподаватель обращает внимание на формулировку решений и их обоснование.

Шестой этап. Оценка арбитров и «игротехника» результатов работы каждой команды. Оценка производится по 5-балльной системе с учетом следующих показателей:

- актуальность, практически» ценность и оригинальность рекомендаций;
- теоретический уровень;
- активность команды.

Седьмой этап. Подведение общих итогов игры, его разбор. Предлагается выступить «лидерам» команд, арбитрам, последним выступает преподаватель. Разбор может касаться не только правильности ответов на заданные вопросы, но и сценария, формы игры, поведения её участников. Преподаватель оценивает результат, к которому пришли участники игры и определяет команду-победителя (по наибольшему количеству баллов).

Контрольные вопросы

1. Форма учета на пасеке?
2. Методы записи состояния семей пчел?
3. Цель проведения весенней и осенней ревизии пасек?
4. Порядок проведения весенней и осенней ревизии пасек?

Лабораторная работа 10
Экспертиза натуральности меда по ботаническому происхождению

Цель: Освоить основные приемы определения натуральности, наличия посторонних примесей, установить ботаническое происхождение образцов меда.

Оборудование и материалы:

1. Микроскоп
2. Водяная баня, сушильный шкаф
3. Стеклянные стаканчики, чашки Петри, металлическая сетка
4. Образцы меда (5-6 проб), теплая вода
5. Таблицы, картинки медоносных растений, слайды, атлас пыльцевых зерен

Методы исследования меда довольно разнообразны. Это связано с тем, что мед является многокомпонентным продуктом (в нем обнаружено более 435 компонентов) и для него до сих пор не определен общий показатель, по которому можно было бы дать заключение о натуральности и качестве. Поэтому экспертиза меда складывается из многочисленных частных методик.

Органолептические показатели меда (цвет, аромат, вкус, консистенция) очень многообразны и зависят от вида растений-медоносов, времени медосбора, погодных условий, способов хранения и др.

По цвету мед может быть различным: от совершенно бесцветного до темно-бурого. К бесцветным относятся следующие меда: кипрейный, донниковый, клеверный, акацией, хлопковый. Светло-янтарный, янтарный цвет присущ донниковому, липовому, люцерновому, эспарцетовому медам. Темный с желтым, красноватым оттенком имеют вересковый, гречишный, табачный, кленовый, каштановый меда.

Вкус и аромат меда также разнообразны и зависят от вида медоносов. Характерной особенностью натуральных медов является раздражающее действие их на слизистую оболочку глотки (ощущается терпкость). К лучшим медам по аромату и вкусу относятся: акациевый, липовый, малиновый, луговой и ряд других.

Почти все существующие сорта меда сладкого, приятного вкуса, со слабокислым привкусом. Допускается слабогорький привкус в каштановом, ивовом, табачном и падевом медах. Вкус определяют после предварительного нагревания меда до 30 ^{o}C.

При хранении, а также после нагревания аромат меда ослабевает. Аромат может быть слабым, сильным, неполным, тонким и приятным, а иногда и неприятного запаха.

Консистенция меда может быть жидкой и твердой. Она зависит от химического состава, температуры, сроков и способов хранения. Свежеоткаченный мед густой сиропообразной консистенции. Через 1-2 месяца мед кристаллизуется. Мед гречишный, люцерновый, хлопковый, подсолнечниковый кристаллизуются очень быстро, тогда как акациевый, шалфейный, вишневый кристаллизуются медленно. Отмечено, что мед, полученный в жаркое лето кристаллизуется быстрее. Кристаллизация может быть салообразной (кристаллы не различимы глазом), мелкозернистой (кристаллы менее 0,5 мм), крупнозернистой (более 0,5 мм). Кристаллизация наиболее интенсивно происходит при температуре 13-15 °С. При изменении температуры (повышение или понижение) она замедляется; кристаллы растворяются при 40 °С и выше. При кристаллизации меда в первую очередь выпадают кристаллы глюкозы.

Механические примеси подразделяют на естественные желательные (пыльца растений), естественные нежелательные (трупы или части пчел, кусочки сотов, личинки и др.) и посторонние (пыль, зола и др.).

По органолептическим и физико-химическим показателям натуральный мед должен соответствовать требованиям, указанным в таблице 5 и 6.

Таблица 5. Органолептические и физико-химические показатели натурального меда (по ГОСТ Р 19792-2017)

Наименование показателя	Характеристика и значение для меда
Внешний вид (консистенция)	Жидкий, полностью или частично закристаллизованный
Аромат	Приятный, от слабого до сильного, без постороннего запаха
Вкус[1]	Сладкий, приятный, без постороннего привкуса
Массовая доля воды, % не более	20
Массовая доля редуцирующих сахаров, % не менее Массовая доля фруктозы и глюкозы суммарно, % не менее - для цветочного меда - падевого и смешанного меда	65 60 45
Массовая доля сахарозы, % не более - для цветочного меда - мед с белой акации - падевого и смешанного меда	 5 10 15

Диастазное число, ед.Готе, не менее - для всех видов меда - меда с белой акации при содержании гидроксиметилфурфурола (ГМФ), не более 15 млн$^{-1}$ (мг/кг)	8 5
Массовая доля ГМФ, млн$^{-1}$ (мг/кг), не более	25
Качественная реакция на ГМФ [2]	Отрицательная
Массовая доля нерастворимых в воде примесей, % , не более - для всех видов меда, кроме прессового - прессового меда	 0,1 0,5
Признаки брожения	Не допускаются
Свободная кислотность, мэкв/кг, не более	40
Электропроводность, мСм/см 1) для всех видов меда и смесей с ними, кроме указанных в перечислениях 2) и 3) и смесей с ними, не более 2) для падевого, каштанового и смесей с ними, кроме указанных в перечислении 3), не менее 3) исключения: липовый, вересковый, эвкалиптовый мед	 0,8 0,8 Не регламентируется
Массовая доля пролина, мг/кг, не менее	180
[1] Для медов с каштана, табака и падевого допускается горьковатый привкус. [2] При положительной качественной реакции массовую долю ГМФ определяют обязательно.	

Таблица 6 Органолептические и физико-химические показатели натурального меда (по ГОСТ Р 52451-2005)

Наименование показателя	Характеристика и значение для меда		
	гречишный	липовый	подсолнечниковый
Аромат	Сильный, приятный, свойственный меду из цветков гречихи	Приятный, обладает нежным ароматом цветков липы	Приятный, обладает слабым ароматом цветков подсолнечника
Вкус	Сладкий, приятный, острый, от которого першит в горле	Сладкий, приятный, с ощущением слабой горечи, которая быстро исчезает	Сладкий, приятный, нежный с терпким привкусом
Цвет	От янтарного до темно-янтарного	От почти бесцветного до светло-янтарного	От светло-янтарного экстра до янтарного

Содержание доминирующих пыльцевых зерен, % не менее	30	30	45
Массовая доля воды, % не более	19,0	20,0	18,0
Массовая доля редуцирующих сахаров, % не менее	82,0	80,0	87,0
Массовая доля сахарозы, % не более	6,0	7,0	3,0
Диастазное число, ед. Готе, не менее	18,0	11,0	15,0
Концентрация водородных ионов (pH) водного раствора меда массовой долей 10%	3,0 - 4,5	4,2 - 6,9	3,0 - 4,0
Общая кислотность, $см^3$	1,0 - 4,0	0,5 - 2,5	1,0 - 3,0
Массовая доля золы, %	0,15 - 0,20	0,30 - 0,45	0,1 - 0,25

К натуральному виду меда относится также падевый мед. В отличие от цветочного падевый мед представляет собой продукт, собранный пчелами не из цветочного нектара, а из сладких выделений мелких насекомых (тлей, червецов, листоблошек и т.д.), откладываемых на поверхность листьев растений, реже падевый мед пчелы получают с медвяной росы, т.е. из сладковатого выпота на листьях многих кустарников и деревьев в сухую жаркую погоду. Падевый мед характеризуется более высоким содержанием золы, количество которой иногда в 8 раз больше, чем в цветочном и содержанием азотистых веществ.

Падевый мед обычно имеет темный цвет, густую тягучую консистенцию, слабо ароматен, с горьковатым неприятным привкусом во рту, плохо смешивается со слюной, долго держится комочком, в большинстве случаев не кристаллизуется.

По А.Ф.Губину в состав падевого меда входят в %:

инвертированный сахар	65,3-66,8
сахароза	2,6-3,9
декстрины	0,5-0,6
зольные вещества	0,5-0,6
вода	17,0-18,0

Задание

1. Знакомиться со схемой исследования меда, требованиями на «Мед натуральный. Технические условия» (ГОСТ 19792-2017).
2. Определить органолептические показатели меда: цвет, аромат, консистенция.
3. Ознакомиться с характеристикой наиболее распространенных цветочных медов.
4. Определить тип и ботаническое происхождение образцов меда.

Порядок выполнения работы

При подготовке к выполнению задания необходимо ознакомиться с основной и дополнительной литературой, материалом лекционных занятий.

Каждому студенту дается 5-6 образцов меда различного ботанического происхождения. При этом студентам ботаническое происхождение меда не сообщается.

Каждый студент, используя данные методики (таблица 7), лекционные материалы, имеющиеся музейные материалы, образцы (стенд) должен дегустацией определить основные характерные показатели каждого образца меда и дать их описание по прилагаемой форме (таблица 8). При описании указать основные характерные показатели, свойственные каждому образцу меда отдельно.

*Определение органолептических показателей меда***.**

Определение цвета меда. В бесцветную стеклянную пробирку помещают 10-15 г меда. Цвет меда определяют визуально при дневном освещении.

Определение аромата меда. Для более объективной оценки аромата меда рекомендуется нагреть, при этом вещества, придающие ему аромат, лучше испаряются. С этой целью в стеклянный стаканчик (пробирку) помещают 10-20 г меда, закрывают плотно крышкой (пробкой) и на 10 минут ставят в водяную баню при температуре 40-45 °С, затем стаканчик открывают и определяют аромат меда. Это наиболее объективный показатель при органолептической оценке меда.

Определение консистенции меда. Для определения консистенции (вязкости) меда в него погружают шпатель, имеющий температуру 20 °С, затем шпатель извлекают и оценивают характер стекания меда:

а) жидкий мед – на шпателе небольшое количество меда, который стекает мелкими, частыми каплями; жидкая консистенция характерна для белоакациевого, клеверного, кипрейного медов и при содержании в нем воды более 21%;

б) вязкий мед – на шпателе значительное количество меда, стекающего крупными, редкими, вытянутыми каплями; такая консистенция присуще большинству видов цветочного меда;

в) очень вязкий мед – на шпателе значительное количество меда, который при стекании образует длинные тяжи; данная консистенция характерна для падевых медов и цветочных при кристаллизации;

г) плотная консистенция – шпатель погружается в мед под давлением.

Таблица 7. Характеристика наиболее распространенных цветочных медов

Происхождение меда	Характеристика
Гречишный	От темно-желтого с красноватым оттенком до темно-коричневого цвета. Обладает своеобразным ароматом и специфическим вкусом (щекочет горло). При кристаллизации превращается в салообразную мелкозернистую или крупно-зернистую массу. Содержит большое количество белков и железа, чем светлые меда. Июль-август, 70-90 кг/га
Донниковый	Обладает высокими вкусовыми качествами и тонким ароматом. Имеет водянисто-белый, иногда светло-янтарный цвет. Вкус нежный, приятный. Кристаллизация обычная, мелкозернистая или крупнозернистая. Июнь-август,160-400 кг/га
Ивовый	Янтарного или золотистого цвета. При кристаллизации становится мелкозернистым, с кремовым оттенком. Обладает хорошим вкусом. Добывается пчелами - ранней весной и обычно расходуется на нужды пчелиной семьи. Апрель-май,100 - 150 кг/га
Кипрейный	Самый прозрачный мед, почти бесцветен и не имеет какого-либо определенного хорошо выраженного вкуса. Запах слабый. Кристаллизуется вскоре после откачки и превращается в белую мелкозернистую или салообразную (напоминающую сливки) массу. Июль, 300 - 500 кг/га
Клеверный	Собирается пчелами с белого или ползучего клевера. Мед с белого клевера в большинстве случаев светлый и светло-янтарный. Имеет своеобразный вкус и аромат. Кристаллизация чаще всего мелкозернистая, реже крупнозернистая и салообразная. Июнь-август,50 - 120 кг/га
Липовый	Лучший сорт меда. Обладает чрезвычайно сильным и приятным ароматом и своим собственным специфическим вкусом, который легко распознается даже в смеси с другими медами. Цвет меда белый, иногда совершенно прозрачный, нередко светло-янтарный, реже желтоватого или зеленоватого цвета. Кристаллизация мелкозернистая, обладает особым вкусом и запахом. Июль, до 1000 кг/га

Луговой (сборно-цветочный)	Золотисто-желтого или желто-коричневого цвета, приятного аромата. Обладает хорошими вкусовыми качествами. Май-июль, 50 -100 кг/га
Малиновый	Светлый. При кристаллизации приобретает грязновато-белый цвет. Характеризуется хорошим вкусом и приятным ароматом. Июнь , 100-200 кг/га
Мед с цветов плодовых деревьев	Имеет приятный вкус, нежный аромат от желтого до темно-коричневого. По своей консистенции жидковат. Май, 20-40 кг/га
Подсолнечниковый	Золотистого цвета. При кристаллизации становится светло-янтарным, иногда с зеленоватым оттенком. Обладает слабым ароматом и специфическим приятным вкусом, напоминающим в слабой степени донниковый мед. Июль-август, 40-60 кг/га

Определение механических примесей в меде.

Видимые механические примеси выявляют двумя способами:

- Приблизительно 50 г меда растворяют в 50 мл теплой воды. Раствор переливают в цилиндр из бесцветного стекла. Видимые механические примеси всплывают на поверхность или оседают на дно цилиндра.

- На металлическую латунную сетку, положенную на стакан и имеющую 100 отверстий на 1 $см^2$, помещают около 50 г меда. Стакан ставят в сушильный шкаф, нагретый до 60°С. Мед должен профильтроваться без видимого остатка на сетке. Невидимые механические примеси (цветочная пыльца, дрожжевые клетки, гифы грибков, пыль, зола, сажа и др.) определяют под микроскопом.

Ознакомиться с характеристикой наиболее распространенных цветочных медов.

Изучают таблицу 7.

Определение вида и ботанического происхождения меда.

Дегустацией и по пыльцевому анализу можно определить вид меда и ботаническое его происхождение. Каждую пробу меда, массой 7-10 г кладут в чашки Петри, на которые заранее наносят номера 1,2,3,4,5,6. При описании указать основные характерные показатели, свойственные каждому образцу меда отдельно, т.е.:

1) Ботаническое происхождение меда (липовый, гречишный, донниковый и т.д.) и вид (натуральный, сахарный, из соков плодов, витаминный, искусственный);

2) Время сбора нектара и его продолжительность (начало, конец цветения растения);

3) Способ добывания (сотовый, центробежный, мятый);

4) Консистенция (густая, жидкая);

5) Зрелость (в % пользуясь данными таблицами) – зрелый, незрелый, наличие пены, пузырьков;

6) Кристаллизация (характер и степень кристаллизации – салообразная, мелкозернистая, крупнозернистая);

7) Вкус, аромат (приятный, нейтральный, нежный, ароматный, неприятный, наличие постороннего запаха);

8) Цвет (янтарный, светлый, темный и т.д.);

9) Наличие пыльцевых зерен (+, -) исследуют при среднем увеличении микроскопа МБИ и обнаруженные формы пыльцевых зерен после зарисовки сравнивают с табличными рисунками. Сопоставляя и анализируя можно определить монофлерность и полифлерность меда.

После установления и описания основных показателей каждый студент самостоятельно определяет сорт меда и способ назначения (столовый, кондитерский и т.д.) исследованных образцов и сведения заносят в таблицу 8.

Таблица 8. Характеристика основных показателей медов различного происхождения по органолептическим и другим показателям

Ботаническое происхождение меда	Время сбора, месяц	Консистенция	Зрелость, %	Кристаллизация	Цвет	Вкус, аромат	Назначение

Контрольные вопросы

1. Какие органолептические показатели характерны для наиболее распространенных цветочных медов?
2. Основные требования к качеству меда (ГОСТ 19792-2017).
3. Какой химический состав у падевого меда?
4. Какие факторы влияют на кристаллизацию меда?
5. Методика определения цвета, аромата, консистенции и механических примесей в меде.

ТЕМА 4. КОРМА И КОРМЛЕНИЕ ПЧЕЛ

Лабораторная работа 11
Приготовление и раздача жидких кормов

Цель: Освоить технологию приготовления жидких кормов для пчел.

Оборудование и материалы:

1. Пустые соты, полиэтиленовые мешочки, кормушки различной конструкции
2. Вода, сахарный песок, стеклянные стаканы, деревянная лопаточка
3. Электроплитка, весы, рефрактометр

В отличие от большинства сельскохозяйственных животных, медоносные пчелы сами добывают себе корм (нектар, пыльцу) и создают запасы на зиму в виде меда и перги. Одна из главных забот пчеловода – обеспечить их этими продуктами.

При недостатке меда и перги, в условиях защищенного грунта, а также при наличии недоброкачественного меда неизбежны подкормки, заменяющие естественные корма пчел. Заменитель меда – сахар свекловичный или тростниковый. Сахар используют в чистом виде или инвертируют его, расщепляя на фруктозу и глюкозу. Пчелы длительное время могут жить, питаясь сахарным сиропом.

Однако выращивать расплод, выделять воск и выполнять другие работы они не могут, т.к. сахар – чисто углеводный корм и не содержит других веществ, жизненно важных для пчел.

По консистенции корма бывают жидкие (сиропы), тестообразные (сахарное, сахарно-медовое, белковое тесто, помадная масса) и твердые (карамель).

Успех дополнительного кормления зависит от правильной подготовки кормов. В настоящее время это очень часто делают централизованно, что позволяет соблюдать требования, предъявляемые к качеству корма, обусловленные действующими стандартами.

В пчеловодстве используют три разных концентрации сахарного сиропа:

- для пополнения кормовых запасов при недостатке меда в соотношении 1:2 (на 1 л воды берут 2 кг сахара, 66%-ный раствор) или 1:1,5 (на 1 л воды – 1,5 кг сахара. 60%-ный раствор);
- для стимулирования выращивания расплода при отсутствии медосбора в соотношении 1:1 (на 1 л воды – 1 кг сахара, 50%-ный раствор).

Кроме того, в пчеловодстве применяют специальные подкормки:

- для усиления опылительной деятельности пчел, лечебные подкормки, при выводе и посадке маток. В этих случаях используют жидкий сахарный сироп в соотношении 1:1 (на 1 л воды – 1 кг сахара, 50%-ный раствор).

Приготовление сахарного сиропа. Технология приготовления кормов для пчел одинакова для любой пасеки. Разница в том, что при централизованном приготовлении на крупных пчелофермах требуются большие ёмкости, нагреватели и механические мешалки, то есть специальные кормоцехи. Для любительских пасек достаточно ручного перемешивания и бытовых емкостей для пищевых продуктов.

Сахарный сироп готовят из доброкачественного пищевого сахара. Сахар-сырец, имеющий темный, коричневый цвет, запах паток, непригоден. Сахарные смётки, различные отходы, сахар с посторонними примесями пригодны только в том случае, если не содержат вредные для пчел примеси.

Для приготовления сахарного сиропа отмеряют необходимое количество воды и доводят ее до кипения. Затем посуду с кипящей водой снимают с огня и сразу же начинают всыпать небольшими порциями заранее отмеренное количество сахара, непрерывно размешивая жидкость деревянной лопаткой до полного растворения сахара. Нельзя допускать кипячения сиропа, т.к. это приведет к подгоранию сахара и образованию вредных для пчел веществ.

При отсутствии поступления цветочной пыльцы и недостатке перги в гнезде пчелиным семьям скармливают сахарный сироп с добавками - цельное молоко и дрожжи. Лечебные подкормки используют для борьбы с заболеваниями пчел.

Концентрацию сахара в сиропе определяют рефрактометром, по температуре кипения, по плотности. Так сироп, содержащий 40% сахара, кипит при 101 ^{o}C, а масса 1л такого сиропа равна 1177 г, соответственно, 50% – 102 ^{o}C и 1230 г, 66%. – 104 °C и 1323 г.

Инвертированный сироп. Сахароза усваивается организмом только после распада ее на глюкозу и фруктозу. Распад (инверсия) сахарозы на инвертные сахара (глюкозу и фруктозу) происходит под влиянием нагревания в присутствии кислоты или под действием фермента инвертазы. При кислотном гидролизе, протекающем быстро, образуются глюкоза, фруктоза и ядовитые для пчел продукты инверсии, в т.ч. оксиметилфурфурол. Обычно кислотный инверт используют для приготовления тестообразных кормов.

Для получения инвертированного сиропа берут на 74% (по массе) сахар, 7,5% меда, 18,5% воды и 0,03% уксусной кислоты (3 г на 10 кг сахара). Массу размешивают и оставляют на 6-8 дней в помещении с

температурой 34-38 °С. Периодически смесь перемешивают. Под влиянием инвертазы меда сахар (сахароза) постепенно превращается в простые сахара – глюкозу и фруктозу, переходящие в раствор.

Необходимо отметить, что инверсия сахара должна быть полной. Сахарную пудру использовать при этом нельзя, потому что частицы пудры, оставаясь во взвешенном состоянии, могут стать центрами кристаллизации сиропа.

Инвертированный сироп должен иметь концентрацию сахаров не менее 80% и массу 1 л – 1412 г. Хранят инвертированный сироп при температуре не выше +30 ^{o}С. Срок хранения – 1 год.

Хранить 40-50%-ный сироп нельзя, он может забродить и будет непригоден для пчел. Поэтому готовят такое количество корма, чтобы сразу же его израсходовать.

Сироп 60%-ный можно хранить в течение 10-12 дней, а сироп более высокой концентрации при длительном хранении может закристаллизоваться. Его следует сразу же дать пчелам. Закристаллизовавшийся сироп подогревают, добавляют небольшое количество воды, перемешивают. Холодный сироп перед подкормкой подогревают до температуры 30-35 ^{o}С.

Жидкие корма скармливают семьям пчел с помощью специальных кормушек, соторамок и полиэтиленовых мешочков. В пчеловодстве используют ульевые (верхние, боковые) и внеульевые (внешние) кормушки, а также кормушки-банки. Перед раздачей сиропа кормушки следует хорошо вымыть и проверить их на герметичность. Для прохода пчел в кормушку отгибают холстик у задней стенки улья. Кормушку-рамку помешают в свободное пространство сбоку сотов, занятых пчелами.

Задание

1. Приготовить сахарный сироп трех разных концентраций и определить их некоторые показатели (содержание воды, сахара, удельный вес).
2. Приготовить сахарный сироп с цельным молоком (20%).
3. Приготовить лечебную подкормку.
4. Заполнить сот и полиэтиленовый мешочек сахарным сиропом.

Порядок выполнения работы

1. Порядок приготовления сахарного сиропа разных концентраций и определение их показателей (содержание воды, сахара, удельный вес).

В стаканы наливают по 100 мл воды комнатной температуры (20 ^{o}С). В первый стакан насыпают 100 г сахарного песка, во второй –

150 г, в третий – 200 г. Ложкой размешивают сахар до полного растворения. В третьем стакане полностью растворить сахар невозможно. Раствор из третьего стакана выливают в алюминиевую кружку, опускают в нее термометр и медленно нагревают на электроплитке. Содержимое помешивают и по термометру определяют, при какой температуре весь сахар полностью растворится. Полученный сироп выливают в четвертый стакан. Сравнивают между собой все 3 раствора по цвету, содержанию влаги, сахара, удельному весу (ареометром). Определяют содержание сахара в 1 л сиропа 50%, 60% и 66-ной концентрации.

2. Порядок приготовления сахарного сиропа с цельным молоком (20%).

В стакан осторожно наливают 200 г кипяченой воды, куда медленно высыпают 200 г сахара. Содержимое размешивают до полного растворения и охлаждают до 35-40 °С. В охлажденный сироп добавляют молоко (0,2 л на 1 кг сахара).

3. Порядок приготовления лечебной подкормки.

Готовить 60%-ный сахарный сироп. Отмеренное количество воды (100 г) доводят до кипения, снимают с электроплитки и засыпают сахар (150 г), тщательно размешивают его до полного растворения. Препарат (антибиотик) растворяют в небольшом количестве воды (38-40 ^{o}С), а затем выливают в сахарный сироп.

4. Порядок заполнения сахарным сиропом сота и полиэтиленового мешочка.

Подбирают чистые, хорошо отстроенные и достаточно прочные, коричневого цвета соты. Сироп наливают в соты, когда он остынет до 30-35 ^{o}С. заполняют ячейки сота сиропом с помощью дуршлага. Его держат над сотом, положенным плашмя, и наливают в него теплый сироп. Каждый сот взвешивают до и после заполнения сиропом. Определяют количество сиропа в одной ячейке сота, в соте.

В полиэтиленовый мешочек наливают сироп на ¾ объема, после чего загибают и края мешочка склеивают горячим утюгом или привязывают. Прежде чем положить мешок в улей, его прокалывают рамочной проволокой (3-5 отверстий на одну улочку пчел) на одной стороне, выпускают воздух и размещают на верхних брусках соторамок.

Контрольные вопросы

1. Какое значение имеют корма при развитии пчелиных семей и для их продуктивности?

2. Какова потребность пчелиной семьи в кормах?

3. Какие нормы зимне-весенней кормообеспеченности пчел существуют?

4. Концентрации сахарного сиропа, используемые в пчеловодстве.

5. Обогащение сахарного сиропа белковыми и другими веществами.

6. Способы раздачи жидких кормов.

Лабораторная работа 12
Методы содержания пчел в различных ульях

Цель: Ознакомиться с методами пчеловодства. Освоить технологию содержания пчелиных семей в типовых ульях.

Оборудование и материалы:

1. Макеты типовых ульев с обозначениями рамок.
2. Корпуса с сотами и вощиной.
3. Подушки, холстики, кормушки.
4. Картинки, видеоматериал.

Под методами пчеловодства имеют ввиду целый комплекс необходимых приемов и работ по содержанию сильных семей, обеспечивающих наращивание максимальной силы их к началу главного медосбора и его наиболее эффективное использование пчелами. В качестве основных элементов этого комплекса входят интенсификация выращивания пчелиного расплода, предупреждение роения или рациональное использование роевой энергии в том случае, если противороевые приемы оказались неэффективными.

Методы пчеловодства условно разделяют на противороевые и методы использования роевой энергии. В свою очередь противороевые методы делятся на методы содержания целостных семей и методы, основанные на временном делении их с последующим объединением семьи и отводка.

Методы пчеловодства могут дать желаемый результат только при использовании их с учетом местных природных условий и медосбора. Для получения максимального количества продукции необходимо составить обоснованный комплекс приемов (метод пчеловодства) по подготовке пчелиных семей к главному медосбору применительно к погодно-медосборным условиям местности. Для этого, в начале, выявляют медоносные угодья (насаждения, посевы), которые в данной местности составляют главный медосбор. Затем, используют результаты собственных наблюдений (учетов) и данные справочников, определяют начало, окончание и среднюю продолжительность цветения медоносов. На основе полученных данных составляют график. Анализ графика позволяет обоснованно выбрать оптимальные способы и сроки подготовки пчел к медосбору.

Весь весенне-летний сезон Г.Ф.Таранов (1987) условно разделяет на следующие периоды.

Первый подготовительный период – начинается со времени выставки пчел из зимовника (или первого облета пчел) заканчивается с наступлением второго периода. Основная задача пчеловода в это время – упорядочить пчелиные семьи после зимовки, содействовать ранне-весеннему выращиванию расплода, обеспечить их кормами, сотами и т.д.

Второй период – время, в течение которого семья выращивает пчел, непосредственно собирающих и перерабатывающих нектар в мед. Медосбор пчелиных семей (нероившихся) прямо пропорционален количеству расплода, выращенного за второй период. Задача пчеловода в этот период всемерно, активно содействовать выращиванию расплода. С наступлением второго периода можно организовать более интенсивное выращивание расплода – с использованием отводков, применить двухкорпусное содержание пчел. В это время особенно эффективны стимулирующие подкормки при отсутствии поддерживающего медосбора.

Для условий главного медосбора с липовых лесов наибольший эффект дают отводки, сформированные во второй половине мая. Если отводки не сформировать, то за длительный период роста семьи (от выставки до начала главного медосбора – 80 дней) можно ожидать значительного роения семей и в результате – снижение их продуктивности.

В течение второго периода никаких перерывов в яйценоскости маток в семьях допускать не следует.

Третьей промежуточный период – время между окончанием периода выращивания пчел к медосбору и началом главного медосбора. В это время нет необходимости стимулировать яйцекладку маток и наращивать большое количество расплода, так как пчелы выведутся и смогут работать в поле уже после окончания медосбора. Наоборот, полезно ограничивать выращивание расплода.

Важно в период бездеятельности пчел (до наступления медосбора) поддерживать семьи пчел в рабочем состоянии, а случайно выходящие рои объединять, создавая «семьи-медовики». В это время следует закончить отстройку недостающих гнездовых сотов и магазинных рамок, необходимых для переработки и складывания меда, организовать правильное размещение ульев с пчелами на наиболее медоносных участках.

Четвертый период – время главного медосбора, в течение которого необходимо следить за контрольной семьей, наполнением медом магазинных надставок и корпусов, своевременно отбирать соты, запол-

ненные «зрелым» медом и заменять пустыми, перевозить пчел на медоносы цветущие поздно, заготавливать кормовые запасы пчелам на зиму.

Пятый период – время, когда одновременно продолжается главный медосбор (длящийся около 1,5 мес.) и продолжается период наращивания пчел ко второй его половине.

Пользуясь графиком, составленным для условий главного медосбора своей местности, пчеловод может конкретно планировать сроки пасечных работ в течение всего активного пчеловодного сезона.

Эффективность использования главного медосбора зависит от применения того или иного метода пчеловодства, учитывающего тип основного медосбора. Особенности медосбора, зависящие от количества, качества и сроков цветения основных медоносов в районе лета пчел и более или менее постоянно повторяющиеся из года в год называют *типом медосбора*.

В Республике Башкортостан различают липовый, липово-грешичный, гречишно-подсолнечниковый типы главного медосбора, а также медоносного разнотравья лугов и полей. Территория в республики разделена на три основные природные зоны: горно-лесную, лесостепную и степную. Каждой зоне соответствует определенный тип главного медосбора. Например, горно-лесной-липовый, лесостепной-гречишный тип медосбора и т.д. Однако в каждой зоне встречаются два, иногда три типа медосбора. По типу медосбора территорию республики можно условно разделить на четыре группы районов.

1) С преобладанием липового типа медосбора: Архангельский, Бурзянский, Благовещенский, Гафурийский, Иглинский, Нуримановский, Татышлинский и другие.

2) С преобладанием липово-гречищного типа медосбора: Архангельский, Абзелиловский, Белебеевский, Бураевский, Зилаирский, Кугарчинский, Ермекеевский и другие.

3) С преобладанием гречишно-подсолнечникового типа медосбора: Бижбулякский, Альшеевский, Буздякский, Давлекановский, Миякинский, Куюргазинский, Кушнаренковский, Стерлибашевский, Стерлитамакский, Федоровский, Чишминский, Чекмагушевский.

4) С нетипичным медосбором: Балтачевский, Баймакский, Белорецкий, Дюртюлинский, Илишевский, Ишимбайский, Салаватский, Учалинский, Хайбуллинский, Кармаскалинский, Шаранский.

Период наращивания пчел (время от выставки пчел из зимовника и до начала главного медосбора) – важнейший фактор, определяющий выбор метода пчеловодства. Однако при этом необходимо учитывать результаты зимовки пчелиных семей, медосборные условия

местности, породные особенности пчел, тип улья и др. Имеются местности с коротким, средним и длительным периодом наращивания пчел к началу главного медосбора, которые составляют соответственно 40-50, 60-70 и около 100 дней. При этом необходимо учитывать, что даже в сильной семье, обеспеченной доброкачественными кормами в достаточном количестве и при постоянном поступлении в гнездо свежей цветочной пыльцы, пчелиной матке необходимо как минимум, 10 дней после выставки из зимовника для подъема яйцекладки до максимального уровня. В связи с этим, выход молодых пчел в максимальном количестве наступит лишь через месяц (21+10) после выставки семей из зимовника. Продолжительность жизни пчел летнего вывода составляет в среднем 40 дней. Учитывая эти два фактора, затухание прироста наступит через 40 дней после начала максимального вывода пчел, т.е. через 71 день после их выставки, когда сила семьи достигает максимума (около 6 кг у пчел среднерусской породы) и будет оставаться практически неизменной до наступления роения или главного медосбора. Важно отметить, что чем выше яйценоскость матки и больше продолжительность жизни выводящихся от нее пчел, тем больше силу сможет нарастить такая семья. Исходя из этого, можно заключить, что нормальный период наращивания пчел (со дня выставки их из зимовника до наступления максимальной силы семьи) равняется 70 дням. В слабых семьях этот период окажется гораздо длиннее, чем в сильных семьях.

В местностях с коротким периодом наращивания (50 дней) необходимо:

- в конце прошлого сезона подготовить сильные семьи пчел (на 10-11 сотах размером 435х300 мм);
- создавать оптимальные условия в период зимовки пчелиных семей;
- организовать раннюю (на 10-15 дней) выставку пчел из зимовника в целях удлинения периода выращивания расплода;
- поддерживать на оптимальном уровне кормозапасы путем обеспечения пчелиных семей ранне-весенними источниками нектара и пыльцы или стимулирующими подкормками;
- размещать пчелиные семьи на точке при выставке из зимовника попарно, что позволит перед началом раннего главного медосбора (клен, желтая акация) объединять их с сохранением одной матки во временном нуклеусе.

При длительном периоде наращивания пчел семьи могут перейти в роевое состоянии. Для предупреждения роения необходимо использовать рациональные противороевые приемы, в том числе и ин-

тенсивное формирование отводков. К выводу маток для отводков необходимо приступить в первой декаде мая, т.е. за 50-55 дней до начала главного медосбора (от прививки личинок для появления первых молодых пчел от этих маток необходимо 40-45 дней и дополнительно надо еще, как минимум, 10 дней для получения от данной матки 1 кг молодых пчел).

Известно много методов ведения пчеловодства, но всех их можно условно подразделить на две большие группы:

- методы содержания целостных семей в ульях большого объема;
- методы, основанные на формировании отводков и различных приемах их использования.

Методы содержания целостных семей в ульях большого объема рекомендуются для местностей с коротким периодом наращивания, а основанные на интенсивном формировании отводков – с длительным. При наличии поддерживающего и главного медосборов можно использовать оба метода. В местностях со средним периодом наращивания пчел рекомендуется использовать метод содержания целостных семей в сочетании с методом организации отводков, которые формируют для предупреждения роения и получения прироста.

К методам содержания целостных пчелиных семей относятся содержание их в двухкорпусных ульях, в 12-рамочных ульях Дадана-Блатта с магазинными надставками на полурамку, в многокорпусных ульях и ульях-лежаках.

Содержание пчел в двухкорпусных ульях. Метод рекомендуется для местностей с коротким и средним по продолжительности периодом наращивания. Этот метод применим в местностях с хорошим, или в крайнем случае, средним главным медосбором. Там, где наблюдается лишь слабый, хотя и продолжительный медосбор, вместо вторых корпусов целесообразнее использовать магазинные надставки и одновременно ограничивать яйцекладку матки. Двухкорпусный улей (в корпусе 12 рамок размером 435х300 мм) позволяет максимально использовать биологический потенциал яйценоскости матки и выращивания расплода рабочих пчел. В этих ульях семьи на 15-20% больше выращивают расплода, значительно меньше роятся и собирают на 35-45% больше меда, чем в однокорпусных с магазинами.

Содержание пчел в двухкорпусных ульях применимо только к семьям, заполнившим корпус 12 рамочного улья в период подготовки пчел к медосбору (II период). Вторые корпуса ставят примерно со второй декады мая семьям, имеющим не менее 10 улочек пчел и 7-8 сотов с расплодом. На семьи, находящиеся в роевом состоянии, ставить вторые корпуса бесполезно. Соты второго корпуса сначала ис-

пользуются для увеличения количества расплода и пчел, а позже – для складывания меда.

По способу Ф.А. Тюнина из нижнего корпуса в верхний (второй) переносят 3 рамки с расплодом (способ постановки вторых корпусов с переносом расплода). Во второй корпус добавляют еще два сота с кормом (медом, пергой), рамку с отстроенным сотом и рамку вощины. Всего во второй корпус ставят не более 6-7 рамок, которые отделяют от пустого пространства вставной доской. В нижний корпус помещают запасные соторамки (лучше с небольшим количеством меда) и 1-2 рамки с вощиной до полного его комплекта для того, чтобы до начала главного медосбора его не разбирать больше. После выполнения всех перечисленных работ, второй корпус ставят на нижний. Открытые рамки в корпусах прикрывают холстинкой, гнездо пчелиной семьи тщательно утепляют.

По В.С. Коптеву на сильную семью устанавливают второй корпус, вперемежку заполненный рамками суши и вощины, не перенося в него ни одной рамки с расплодом (способ постановки второго корпуса без переноса расплода).

Затем по мере освоения гнездо второго корпуса расширяют сотами или рамками с вощиной в один или в два приема, добавляя соответственно шесть или по три рамки. За 5-7 дней до начала главного медосбора производят перестановку сотов в улье, сосредоточив открытый расплод в нижнем корпусе, а запечатанный – в верхнем. При наличии ульев с отъемными донъями корпуса меняют местами. Нижний корпус комплектуют двенадцатью рамками, а верхний – одиннадцатью. При хорошем медосборе пчелы быстро заполняют соторамки верхнего корпуса медом. Запечатанные или полномедные соторамки (3-5 штук) отбирают из ульев и хранят для использования при сборке гнезд пчелиных семей на зиму. Взамен же отобранных сотов помещают пустые соторамки. При сильном медосборе (4 и более кг нектара в день) дополнительно между корпусами ставят магазинную надставку, либо третий корпус с рамками суши и вощины сверху гнезда пчелиной семьи.

Для наращивания силы семей к позднему главному медосбору (с гречихи, подсолнечника) и предупреждения роения формируют временный отводок на неплодную матку во втором корпусе, над основной семей, отгороженный от нее глухой горизонтальной перегородкой. После начала яйцекладки матки гнездо отводка расширяют. В начале главного медосбора временный отводок объединяют с основной семьей, для чего удаляют горизонтальную перегородку, оставляя в семье молодую матку.

Второй корпус снимают после окончания главного медосбора при сборке гнезд пчелиных семей на зиму.

Содержание пчел в 12-рамочных ульях с магазинными надставками. В Республике Башкортостан около 30% пчелиных семей на пасеках содержат в 12-рамочных ульях с рамками размером 435х300 мм, а для складывания нектара применяют магазинную надставку с рамками размером 435х145 мм. Использование магазинных надставок имеет ряд существенных преимуществ перед другими способами содержания пчелиных семей, что позволяет обеспечить высокую производительность труда пчеловода.

Наиболее важные из них следующие:

- создавать высокую сотообеспеченность пчелиных семей, поскольку магазинные соты могут служить много лет;

- позволяют получить более качественный светлый мед, который длительное время не кристаллизуется; оперировать магазинными надставками с медом может один пчеловод; магазинные соты гораздо прочнее гнездовых, их легче отбирать из гнезд пчелиных семей и распечатывать, обеспечивают более быстрое созревание меда; упрощается расширение гнезд и сборка их на зиму.

К недостаткам этого улья следует отнести небольшой объем гнездового корпуса, что сдерживает развитие пчелиных семей и приводит их к повышенному роению, особенно в районах с поздним медосбором. В связи с этим необходимо интенсивно формировать отводки или применять магазинные надставки для выращивания расплода, т.е. использовать метод многомагазинного содержания пчел. К началу главного медосбора сформированные отводки должны уравняться по силе основным семьям. Когда в гнездах основных семей и отводков будет не менее 7 сотов с расплодом, а пчелы полностью покроют 10-11 рамок, на ульи ставят магазинные надставки. Перед постановкой надставок семьи тщательно осматривают на отсутствие в них маточников.

Необходимое количество надставок готовят заранее; каждую из них комплектуют наполовину отстроенными сотами, а другую половину – рамками с вощиной (всего 11 рамок), которые располагают вперемежку.

Вторую магазинную надставку ставят тогда, когда пчелы начали осваивать первую (строят соты), и всегда в разрез гнезда (обычно это бывает при наступлении главного медосбора). По мере заполнения магазинных надставок медом их отбирают, подставляя взамен новые с рамками суши и вощины.

Одна магазинная надставка дает достаточно места для складывания нектара и меда лишь при увеличении массы контрольной семьи не более чем на 2 кг за день. При увеличении массы улья до 4 кг за день необходимо ставить одновременно две надставки (или один корпус), которые будут заполнены медом через 6 дней. В таких условиях медосбора надо через каждые 6 дней менять магазинные надставки, убирая заполненные медом. При интенсивном медосборе (6-8 кг) на ульи ставят в начале две надставки (или гнездовой корпус). После 6-го дня через каждые 3-4 дня из верхних магазинных надставок откачивают мед или подставляют снизу новые соты с пустыми ячейками.

Для эффективного использования медосбора руководствуются следующим: если семья занимает полный корпус и имеет много печатного расплода, то ей ставят магазинную надставку; семьи же, не занимающие полного корпуса, объединяют по две за неделю до начала медосбора; только новые семьи, сформированные по плану прироста, не объединяют.

На пасеках с 12-рамочными ульями около 25% семей необходимо содержать в двухкорпусных ульях для заготовки корма на зимний период в гнездовых рамках.

Содержание пчелиных семей в ульях-лежаках. Широкое распространение содержание пчел в этих ульях (на 20 и 24 рамки) получило в южных районах и на приусадебных пасеках. На отдельных пасеках используют 16-рамочные ульи с магазинной надставкой, называемые полулежаками. В лежаках весной и зимой могут содержаться две семьи или нуклеус с запасной маткой, не требуется перестановка тяжелых корпусов.

После выставки семей из зимовника принимают меры против слета пчел из одной семьи в соседнюю (обычно более слабой), находящуюся рядом в том же улье. При наступлении устойчивого тепла и заполнения гнезда эти семьи рассаживают в отдельные ульи.

В ульях-лежаках используется прием разового расширения гнезд (разработан научным сотрудником НИИ пчеловодства Г.Ф. Бухаревым), что позволяет резко сократить затраты пчеловода. Непременное условие, гарантирующее успех этого приема, – содержание на пасеке сильных семей. Этот прием основан на особенности пчел размещать расплод всегда против летка, а кормовые запасы подальше от него (в глубине и вверху улья). Исходя из этого весной, когда в семье будет 7-8 сотов с расплодом, все соты передвигают к противоположной от летка стенке, а в освободившееся пространство заполняют сразу пятью-шестью и большим числом рамок с сушью и вощиной вперемежку. Пчелы, интенсивно стремясь восстановить нормальное положение

гнезда, приступают к строительству сотов на вощине и выращиванию расплода в них, отвлекаясь тем самым от роения.

В ульях-лежаках на 20 рамок имеется достаточно сотов для складывания меда при дневном привесе, не превышающем 2 кг. Если уровень медосбора более 2 кг в день или семья работает в одном улье с отводками, то необходима еще надставка на 20 магазинных рамок.

Содержание пчел в многокорпусных ульях. Этот улей состоит из 4-х корпусов, каждый на 10 рамок размером 435х230 мм. Он позволяет сократить затраты труда пчеловода при уходе за пчелиными семьями, поскольку позволяет расширять и сокращать их гнезда не отдельными рамками, а целыми корпусами, что способствует увеличению количества обслуживаемых пчелиных семей.

Комплекс работ по уходу за пчелами при их многокорпусном содержании сводится к выставке семей из зимовника; сокращению гнезда (с одновременной очисткой доньев) путем удаления одного корпуса, их расширению добавлением «кормового» корпуса; постановке «строительного» корпуса, перевозке пчелиных семей на медосбор и опыление сельскохозяйственных культур; постановке магазинных подставок или корпусов для размещения меда; отбору меда и подготовке пчел к зимовке. При этом все перечисленные операции проводят без разборки гнезда и осмотра рамок.

При выборе типа ульев необходимо учитывать их возможность противостоять резким колебаниям наружных температур, защищать пчелиные гнезда от холодных ветров, исходить из местных медосборных условий и необходимости повышения производительности труда. При интенсивном пчеловодстве предпочтение отдают наиболее удобным для перевозки ульям, а при прогнозе на сильный и интенсивный медосбор – более объемистым. Ульи, снабженные магазинными надставками в необходимом комплекте, имеют значительное преимущество перед ульями, обеспечивающими одними гнездовыми сторамками.

Анкетный опрос пчеловодов и специалистов по пчеловодству проведенный научными сотрудниками НИИ пчеловодства, не выявил какой-либо зависимости между конструкцией улья и продуктивностью пчелиных семей, между распространенностью той или иной конструкции улья в стране и условиями медосбора. Анализ работы передовых пчеловодов Башкортостана показывает, что они добиваются высоких медосборов используя ульи различной конструкции. Следует отметить, что современным требованиям интенсивной технологии содержания пчелиных семей отвечают ульи двухкорпусные, однокорпусные с двумя магазинными надставками

В последние годы в зарубежных странах с развитым пчеловодством сложилась совершенно четкая тенденция последовательного уменьшения количества конструкции до двух, которыми являются ульи Лангстрота и Дадана-Блатта. В связи с вышеизложенным, в ближайшие годы будут внедряться в производство ульи двух конструкций, отвечающие требованиям интенсивного пчеловодства – двухкорпусный с магазинными надставками и десятирамочный с магазинными надставками.

Двухкорпусный улей состоит из отъемного дна, двух расплодных корпусов, содержащих по десять рамок размером 435х230 мм каждая, трех магазинных надставок, подкрышника, крыши и кормушки. Размер магазинной рамки – 435х145 мм. Зарубежный аналог этого улья – улей Лангстрота.

Десятирамочный улей состоит из отъемного дна, двух расплодных корпусов, двух магазинов, подкрышника, крыши и кормушки. Каждый расплодный корпус содержит десять гнездовых рамок размером 435х300 мм, каждый магазин – десять рамок размером 435х145 мм. Этот улей является полным аналогом улья Дадана-Блатта.

Гораздо более важное значение, чем тип улья, имеют способы содержания сильных семей, обеспечение их обильными доброкачественными кормами и необходимым количеством хороших сотов для выращивания расплода, переработки и сбора меда, наконец, наличие удобств для ухода за семьями и кочевки пасек, конечно, правильная организация, и оплата труда.

Задание

1. Начертить график показания контрольного улья. Определить общий привес контрольной семьи, главный и поддерживающий медосбор, безмедосборный период и предложить мероприятия по их ликвидации.

2. Составить схемы основных работ при липовом типе медосбора. Выбрать лучшие приемы для наращивания пчел и использования медосбора.

3. Выявить преимущества и недостатки типовых ульев.

4. Освоить технологию содержания пчел в типовых ульях, определить оптимальное время постановки магазинных надставок и вторых корпусов.

Порядок выполнения работы

1. Начертить график показания контрольного улья (таблица 9). Определить поддерживающий и главный медосбор, безмедосборный период и предложить мероприятия по их ликвидации.

На графике показания контрольного улья по вертикали указываются привесы (отвесы), а по горизонтали – дата взвешиваний. Используя данные таблицы 9, находят точки, которые соединяют друг с другом и вычерчивают кривые.

Таблица 9 Показания контрольного улья

Дата	±*	Дата	±*	Дата	±*	Дата	±*
1.05	0,5	1.06	-0,3	1.07	1,2	1.08	2,7
2.05	0,4	2.06	0	2.07	1,9	2.08	4,2
3.05	0	3.06	0,2	3.07	2,7	3.08	3,7
4.05	0,3	4.06	0	4.07	4,2	4.08	2,9
5.05	0,6	5.06	-0,5	5.07	6,6	5.08	3,7
6.05	0,7	6.06	-0,2	6.07	9,2	6.08	4,1
7.05	0,4	7.06	0	7.07	10,5	7.08	3,2
8.05	0,8	8.06	-0,4	8.07	12,4	8.08	3,1
9.05	1,0	9.06	-0,3	9.07	11,6	9.08	2,9
10.05	1,1	10.06	-0,5	10.7	13,4	10.08	0,8
11.05	0,8	11.06	-0,2	11.07	11,6	11.08	0,3
12.05	0,6	12.06	0	12.07	13,9	12.08	0,5
13.05	0,9	13.06	-0,1	13.07	11,7	13.08	0,8
14.05	1,2	14.06	0	14.07	7,8	14.08	1,1
15.05	0,7	15.06	0,2	15.07	5,2	15.08	0,3
16.05	0,2	16.06	0,3	16.07	2,8	16.08	0,6
17.05	0,4	17.06	0,4	17.07	1,1	17.08	0,5
18.05	0,5	18.06	0,5	18.07	1,8	18.08	0,4
19.05	0,1	19.06	0	19.07	0,8	19.08	0,3
20.05	0,4	20.06	0,2	20.07	0,9	20.08	0,7
21.05	0,5	21.06	0,4	21.07	1,4	21.08	0,5
22.05	0,2	22.06	0,5	22.07	0,8	22.08	0,7
23.05	0	23.06	0,4	23.07	0,2	23.08	0,9
24.05	-0,3	24.06	0,6	24.07	0,8	24.08	0,5
25.05	0	25.06	0,2	25.07	0,7	25.08	0,3
26.05	0,2	26.06	0,3	26.07	1,8	26.08	0
27.05	0	27.06	0,4	27.07	1,9	27.08	-0,2
28.05	-0,3	28.06	0,7	28.07	2,4	28.08	-0,5
29.05	0,1	29.06	1,0	29.07	3,2	29.08	-0,2
30.05	0,2	30.06	0,8	30.07	2,8	30.08	0
31.05	0			31.07	3,2		

Примечание: + - привес; - - отвес

2. Составить схемы основных работ при липовом типе медосбора. Выбрать лучшие приемы для наращивания пчел и использования медосбора.

Для составления схемы основных работ (выставка пчел, расширение гнезд, формирование отводков и т.д.) при липовом типе медо-

сбора используют данные методического указания и литературных источников.

3.Выявить преимущества и недостатки типовых ульев.

На основе литературных данных выявляют основные преимущества и недостатки типовых ульев, которые оформляют в виде таблицы 10.

Таблица 10. Преимущества и недостатки типовых ульев

Тип улья	Преимущества	Недостатки
1. 12-и рамочные ульи с магазинными надставками		
2. Ульи-лежаки		
3. Двухкорпусные ульи		
4. Многокорпусные ульи		

4. Освоить технологию содержания пчел в типовых ульях, определить оптимальное время постановки магазинных надставок и вторых корпусов.

Занятия проводят на пасеке, а при неблагоприятных условиях – в аудитории, на макетных ульях. До проведения занятия на пасеке подготавливают ульи с пчелиными семьями разного состояния, а также корпуса, магазинные надставки с учетом количества групп студентов. В начале занятия преподаватель знакомит студентов с особенностями содержания пчел в типовых ульях – 12-рамочных ульях с магазинными надставками, 2-х корпусных, ульях-лежаках и многокорпусных ульях. Затем показывает правила приема осмотра семей, на основе которых проводит оценку их состояния (сила, количество расплода и корма – меда и перги в гнезде, наличие или отсутствие матки) и определяет оптимальное время постановки вторых корпусов, магазинных надставок. После практического показа этой операции студенты выполняют эту работу самостоятельно.

Контрольные вопросы

1. Какие методы пчеловодства существуют? Обозначьте факторы, определяющие выбор метода пчеловодства.
2. Необходимые мероприятия с семьями при коротком и длительном периоде наращивания пчел.
3. Какие основные типы главного медосбора в РБ выделяются?
4. Преимущества и недостатки типовых ульев. Выбор типа ульев.
5. Особенности содержания пчел в типовых ульях.

Лабораторная работа 13
Определение валовой и товарной продуктивности пчелиных семей

Цель: Ознакомиться с определением валовой и товарной продуктивности семьи пчел. Освоить методику определения воскового баланса пасеки.

Оборудование и материалы:

1. Рамки с сотами разного типа
2. Рамки с медом.
3. Калькулятор, тетрадь.
4. Картинки, таблицы, слайды.

Учет продуктивности пчелиных семей необходим для выявления особо выдающихся семей при массовом отборе, для изучения наиболее эффективных приемов и способов содержания пчел применительно к местным условиям, при испытании разных пород пчел и их помесей и т.д.

Валовый мед. Показатель включает весь мед, который собрали пчелиные семьи за сезон. Сюда относят товарный мед, сданный на склад хозяйства, а также мед, оставленный пчелам для кормовых запасов как в улье, так и в запасных соторамках на пасеке.

Для определения валового медосбора семьи пчел взвешивают весь откаченный мед, определяют количество меда, оставшегося в ульях после окончания медосбора по данным ведомости осенней ревизии и учитывают запасной фонд меда в сотах, заготовленный к весне для раздачи пчелам. Сумму всего подсчитанного меда делят на количество семей, имеющихся на пасеке весной.

Товарный мед. Показатель включает весь мед, откаченный от семьи пчел и сданный на склад хозяйства. Сюда же вносят мед в сотах, если он в этом виде сдан на склад для реализации.

Для учета количества отобранного меда и оставленного в улье пользуются тремя способами, дающие разную степень точности:

1) Взвешивают все соты с медом, отобранные от семьи, до и после откачки меда; разница в массе даст количество меда, отобранного из семьи.

2) При отборе каждого сота с него стряхивают или сметают пчел и, зацепив за боковой брусок, взвешивают динамометром. Из общей массы сота вычитают массу пустого сота вместе с рамкой. Ориентировочно считают: светлый сот с рамкой (435 х 300 мм) имеет массу 0,4 кг, коричневый - 0,6 кг, темный - 0,8 кг.

3) Количество отбираемого меда определяют по занимаемой в соте площади, т.е. визуально. Полная рамка (435 х 300 мм) печатного

меда содержит 4,0 кг; половина сота с печатным медом – 2,0 кг и т.д., а в гнездовой рамке размером 435х230 мм – около 2,5 кг.

Предварительно следует натренироваться в определении количества меда в сотах, проверяя себя взвешиванием сотов (таблица 11). Мед на сотах с расплодом определяют только по занимаемой площади.

Таблица 11. Количество меда в гнезде пчелиной семьи

Ширина медового “пояска” в соте, см	Количество меда в соте, кг
0	0
2	0,3
5	0,7
10	1,4
15	2,1
20	2,8
25	3,5

Восковой баланс пасеки – это соотношение между количеством воска на пасеке весной и осенью. Восковой баланс дает возможность пчеловоду определить восковую продуктивность пасеки за год, обеспеченность пчелиных семей сотами, выход валового и товарного воска, в т.ч. в среднем на отдельную семью. Для составления воскового баланса весной (после весенней ревизии и выбраковки сотов) и осенью (после окончания пчеловодного сезона) на пасеке проводят учет сотов, воскового сырья всех видов, воска и вощины. Учету подлежат все гнездовые и магазинные рамки с сотами, запасные соты (с медом, пергой и пустые), воск, полученный при переработке сотов на пасеке, восковое сырье.

При переводе сотов и воскосырья в весовые единицы руководствуются следующими нормативами.

В одном стандартном соте гнездовой рамки размером 435х300 мм содержится 140 г воска, в рамке размером 435х230 мм – 110 г, в магазинной рамке размером 435х145 мм – 70 г; 1 кг выбракованных сотов 1-го сорта содержит 900 г воска, 2-го сорта – 700 г, 3-го сорта – 500 г, отходы, получаемые после сухой переработки воскосырья на солнечных воскотопках – 360 г вытопок. Мерва (отходы после влажной переработки воскового сырья) содержит воска от 18 до 36% (в среднем следует принять 25%).

Воск и вощину считают по натуральной массе, а восковое сырье – по имеющемуся номиналу в них воска.

При составлении воскового баланса пасеки учитывают продажу и покупку в течение года вощины и воска. Проданный воск и вощину прибавляют к имеющемуся наличию полученной восковой продукции, а купленное количество вощины, воска или сотов – исключают.

В таблице 12 приведен примерный восковой баланс пасеки.

Из таблицы 12 видно, что весной на пасеке было 100, а осенью стало 150 пчелиных семей. Средняя обеспеченность сотами семьи пчел составила 17 сотов $\frac{1200+500}{100}$, осенью – 20 сотов $\frac{2250+750}{1500}$.

За год получено по 1,38 кг воска с семьи пчел – (390-251,6):100.

Таблица 12. Восковой баланс пасеки

Показатель	Имелось весной на 100 семей пчел		Имелось осенью на 150 семей пчел	
	количество, масса	масса в пересчете на воск, кг	количество, масса	масса в пересчете на воск, кг
Гнездовые соты, шт.	1200	168	2250	315
Магазинные соты, шт.	1000	70	1500	105
Вытопленный воск, кг	10	10	20	20
Вытопки, кг	10	3,6	-	-
Куплено вощины, кг	-	-	-	-70
Продано воска, кг	-	-	-	+20
Всего воска, кг	-	251,6	-	390
Количество воска в расчете на семью пчел, кг	-	2,52	-	2,6

Следует различать следующие понятия: сотообеспеченность, воскообеспеченность, валовый и товарный воск.

Сотообеспеченность пасеки – количество сотов, приходящееся на одну семью пчел на пасеке. Для сильной пчелиной семьи требуется 24 гнездовых сота или 12 гнездовых и 24 магазинных сота.

Воскообеспеченность пасеки – количество чистого воска, приходящегося на одну семью пчел на пасеке. Для оптимальной воскообеспеченности пасеки необходимо иметь по 3,36 кг воска на каждую пчелиную семью (24 сота х 140 г).

Валовый воск – воск, полученный на пасеке на протяжении пчеловодного сезона. Он слагается из воска, выделенного пчелами в течение сезона на отстройку сотов в гнездовых, магазинных и строительных рамках и для запечатывания меда в сотах. Для определения выхода воска необходимо из общего количества сотов, имевшихся на пасеке после осенней их браковки (в конце текущего сезона), вычесть количество сотовых рамок, насчитывающихся на начало сезона в данном году до весенней выбраковки сотов. Полученное число будет приростом сотов за сезон. Это количество соторамок (два магазинных сота приравниваются к одному гнездовому) следует умножить на 140 г (массу воска, содержащегося в одном соте) и к полученному числу прибавить топленный воск, собранный с пасеки за сезон. Затем из по-

лученного результата необходимо вычесть массу вощины, израсходованной в течение сезона на отстройку сотов. Оставшееся количество и будет валовым выходом воска. Разделив это число на количество основных пчелиных семей на пасеке в день проведения весенней ревизии, получим валовый выход воска на одну семью пчел.

Выход валового воска на пасеке определяют по формуле И.А. Титова:

$$B = \frac{(P-p) \times 0{,}14 + C - И}{п},$$

где: В – валовый выход воска в среднем на одну семью, кг;

Р – общее количество сотов на пасеке осенью, шт.;

р – общее количество сотов на пасеке (в пересчете на гнездовые) до их весенней выбраковки в начале пчеловодного сезона, шт.;

0,14 – масса воска в одном соте, кг (на тех пасеках, где используют многокорпусные ульи, вместо 0,14 берут показатель 0,11);

С – количество воска и воскового сырья (кг) в пересчете на чистый воск, полученный за сезон на пасеке;

И – масса вощины (кг), израсходованный на пасеке в течение пчеловодного сезона для отстройки новых сотов;

п – количество семей пчел весной.

Воск, полученный на пасеке в течение сезона из выбракованных сотов и различных восковых срезок и сданный в хозяйство для реализации, называется товарным.

Задание

1. Определить массу сотов разного цвета (возраста).
2. Определить визуально и с помощью динамометра количество меда в кормовых рамках.
3. Подсчитать восковой баланс пасеки.
4. Определить валовый выход воска согласно индивидуального задания.

Методика проведения занятия

1. Определить массу сотов разного цвета (возраста).

Подбирают соты без корма (меда и перги) разного цвета – свежеотстроенный, светлый, коричневый, темный. С помощью динамометра взвешивают соты и определяют его массу.

2. Определить визуально и с помощью динамометра количество меда в кормовых рамках.

Подготавливают рамки с разным количеством меда. По ширине медового «пояска» визуально определяют количество в каждой рамке меда. Затем эти же рамки взвешивают с помощью динамометра. Ре-

зультаты двух способов определения количество меда в рамках сравнивают между собой.

3. Подсчитать восковой баланс пасеки (данные приведены в таблице 13).

Таблица13. Расчет воскового баланса пасеки

Показатель	Имелось весной на 120 семей пчел		Имелось осенью на 160 семей пчел	
	количество, масса	масса в пересчете на воск, кг	количество, масса	масса в пересчете на воск, кг
Гнездовые соты, шт.	1500		2300	
Магазинные соты, шт.	1500		1900	
Вытопленный воск, кг	15		20	
Вощина, кг	-	-	-	-
Соты 1 сорта, кг	20	-	-	-
Соты 2 сорта, кг	20	-	-	-
Соты 3 сорта, кг	10	-	-	-
Вытопки, кг	20	-	-	-
Куплено вощины, кг	-	-	-	80
Продано воска, кг	-	-	-	+30
Количество воска в расчете на семью пчел, кг				

4. Определить валовый выход воска согласно индивидуального задания (таблица 14).

Таблица 14. Индивидуальное задание расчета валового выхода воска

№ варианта	Кол-во семей пчел, шт.	Насчитывалось сотов, шт.		Получено топленного воска, кг	Израсходовано вощины, кг
		весной	осенью		
1	120	2800	3360	51	61
2	100	2900	3400	45	50
3	90	2300	2600	31	37
4	80	2200	2600	29	40
5	90	2400	2900	46	55
6	100	2500	3100	44	62
7	90	2100	2500	27	39
8	100	2400	2950	52	65
9	120	3000	3500	47	56
10	95	2100	2600	42	50
11	80	2000	2600	43	63
12	100	2200	2800	46	65
13	85	1850	2450	44	61
14	105	2350	2750	33	40
15	95	2050	2650	45	64

Контрольные вопросы

1. Дать определение следующих терминов:
- валовый мед,
- товарный мед,
- восковой баланс пасеки,
- сото- и воскообеспеченность пасеки.
2. Какие способы определения количества меда в соте имеются?
3. Как определить восковой баланс пасеки, валовый выход воска?

Лабораторная работа 14
Определение содержания воды в меде

Цель: Овладеть лабораторными методами исследования отдельных показателей пчелиного меда.

Натуральный мед - продукт переработки медоносными пчелами нектара или пади, представляющий собой сиропообразную жидкость или закристаллизованную массу различной консистенции и размера кристаллов, бесцветную (белого цвета) или окраской желтых, коричневых или бурых тонов, заготовляемый, прошедший товарную подработку и реализуемый в торговых точках.

Правила доставки меда на рынок, порядок исследования и отбора проб. На рынок мед доставляют в деревянных бочонках, алюминиевых флягах, стеклянной, эмалированной и глиняной (глазурованной) посуде, а также в пластиковой посуде, предназначенной для пищевых продуктов. Не допускается тара из дуба и хвойных пород деревьев, а также крашенные, ржавые, медные и оцинкованные емкости.

Мед принимается на экспертизу при наличии у владельца ветеринарной справки или ветеринарного свидетельства (при продаже меда за пределами района) и ветеринарно-санитарного паспорта пасеки. Если в ветеринарном документе указано, что семьи пчел обрабатывались антибиотиками, то такой мед необходимо направить в лабораторию для определения их остаточных количеств.

Запрещается продавать мед при обнаружении:

а) несоответствия тары;

б) органолептических пороков;

в) содержания воды более 21 %;

г) брожения ;

д) металлических примесей;

е) прогревания при температуре выше 50°С;

ж) токсичности;

е) радиоактивности;

и) возбудителей заразных болезней пчел;

к) фальсификации;

л) пестицидов, антибиотиков.

Методы исследования. Мед исследуют с различными целями: для отличия цветочного от падевого, для установления его доброкачественности и натуральности. В отдельных случаях возникает необходимость исследовать меда на токсины ядовитых растений (азалии, белены и др.) и ядохимикатов. Для токсикологического исследования пробы меда направляют в ветеринарную или санитарно-эпидемиологическую лаборатории. Методика определения токсинов заключается к постановке биопробы на белых мышах, которым вводятся подкожно 1 мл 50%-ного раствора меда. Введение ядовитого меда вызывает в первые часы гибель 75% подопытных мышей, в течение суток погибают все мыши. Для контроля нескольким мышам вводят заведомо нетоксичный мед в таком же разведении и объеме.

Применяемые методы исследования подразделяют на органолептические и лабораторные.

При известном навыке, качественную характеристику можно дать, пользуясь органолептическими исследованиями (определение цвета, вкуса, аромата, консистенции, присутствие механических примесей). В случае возникновения сомнения пользуются лабораторными методами.

Отбор проб. Производят работниками лабораторий ветеринарно-санитарной экспертизы в присутствии владельца меда. Пробы берут после проверки состояния тары и ее соответствии требованию.

Жидкий мед в начале перемешивают, среднюю пробу (часть меда, которая характеризует качество всей партии продукта) отбирают трубчатым алюминиевым пробоотборником диаметром 10-12 мм, погружая его на всю длину тары. Пробоотборник извлекают, дают стечь меду с наружной его поверхности и затем мед сливают из пробоотборника в специально подготовленную чистую и сухую посуду.

Закристаллизованный мед из тары отбирают коническим щупом (длиной не менее 500 мм с прорезью по всей длине. Щуп погружают под углом от края поверхности меда в глубь его. Чистым сухим шпателем отбирают верхнюю, среднюю и нижнюю части содержимого щупа.

Сотовый мед принимают на экспертизу лишь в запечатанном и некристаллизованном виде. Соты должны быть белого или желтого цвета. Пробы меда в сотах берут не менее, чем из одной рамки от одной из 5 рамок или частей сотов следующим образом: в верхней части рамки вырезают кусок сотового меда с размером 5 х 5 см, мед отделяют фильтрованием через сетку с квадратными отверстиями 0,5 мм или через марлю. Если мед закристаллизовался, его подогревают.

Среднюю пробу делят на две части, каждая массой не менее 200 г, помещают в две чистые сухие стеклянные банки, плотно укупоривают и опечатывают. Одну банку передают в лабораторию для анализа, другую хранят до окончания приемки на случай повторного анализа. На банку с пробой наклеивают этикетку с указанием:

1) даты и места взятия пробы;
2) массы меда в партии;
3) месяцы и года фасования меда;
4) фамилия и имени лица, взявшего пробу;
5) способа обработки пробы (с подогревом или без него).

Аромат, вкус меда, наличие признаков брожения определяют органолептическим методом в каждой отобранной упаковочной единице. После органолептического и лабораторного исследований остатки проб владельцу не возвращают и направляют для технической утилизации.

Определение содержание воды в меде. По содержанию воды в меде можно судить о его зрелости и способности к длительному хранению. В процессе созревания количество воды уменьшается. Повышенное содержание воды может быть в меде в незрелом, фальцифицированном водой или жидким сахарным сиропом, т.к. он быстро подвергается брожению. Содержание воды в меде определяют по коэффициенту рефракции, удельной массе раствором меда, весовым методом и высушиванием.

Определение по коэффициенту рефракции**.** Показатель рефракции меда (степень преломления светового луча) закономерно изменяется в зависимости от соотношения сухих веществ и воды. На этом принципе основан рефрактометрический метод определения содержания воды в меде. Чем больше сухих веществ, тем выше индекс рефракции. Мед с влажностью до 21% имеет показатель рефракции не ниже 1,4840.

Задание

Определить содержание воды в 3-5 образцах меда.

Порядок выполнения работы

*Определение содержания воды по коэффициенту рефракции***.** Для определения испытания используют жидкий мед. Если мед закристаллизован, помещают около 1 см ^{3} меда в пробирку, плотно закрывают резиновой пробкой и нагревают на водяной бане при температуре 60 $^\circ$С до полного растворения кристаллов. Затем пробирку охлаждают до температуры воздуха в лаборатории. Воду, сконденсировавшуюся на внутренней поверхности стенок пробирки, и массу меда

тщательно перемешивают стеклянной палочкой. Одну каплю меда наносят на нижнюю призму рефрактометра, предварительно юстированного по дистиллированной воде. Призмы плавно замыкают. При помощи винта совмещают границу между темной и светлой зонами с точкой пересечения нитей в окуляре. По шкале отсчитывают показания прибора. Измерения проделывают 3 раза. Допустимые расхождения между результатами контрольных определений не должны превышать 0,1%. Температуру, при которой проводили испытание, записывают, вычисляют среднее арифметическое значение показателя преломления и пересчитывают его на значение при 20 °С по формуле 1:

$$П^{20} = П^{t} + 0{,}00023 \times (t - 20)$$

где $П^{20}$ - значение показателя преломления при 20 °С;

$П^{t}$ - значение показателя преломления в условиях проведения испытания;

0,00023 - температурный коэффициент показателя преломления (ед./°С);

t - температура, при которой проводилось испытание (°С).

Полученный показатель преломления меда пересчитывают на массовую долю воды в меде по таблице 15.

Таблица 15. Определение массовой доли воды (%) по коэффициенту рефракции

Коффициент рефракции	Массовая доля воды,%	Коэффицент рефракции	Массовая доля воды,%	Коэффициент рефракции	Массовая доля воды, %
1,5044	13,0	1,4935	17,2	1,4830	21,4
1,5038	13,2	1,4930	17,4	1,4825	21,6
1,5033	13,4	1,4925	17,6	1,4820	21,8
1,5028	13,6	1,4920	17,8	1,4815	22,0
1,5023	13,8	1,4915	18,0	1,4810	22,2
1,5018	14,0	1,4910	18,2	1,4805	22,4
1,5012	14,2	1,4905	18,4	1,4800	22,6
1,5007	14,4	1,4900	18,6	1,4795	22,8
1,5002	14,6	1,4895	18,8	14790	23,0
1,4997	14,8	1,4890	19,0	1,4785	23,2
1,4992	15,0	1,4885	19,2	1,4780	23,4
1,4987	15,2	1,4880	19,4	1,4775	23,6
1,4982	15,4	1,4875	19,6	1,4770	23,8
1,4976	15,6	1,4870	19,8	1,4765	24,0
1,4971	15,8	1,4865	20,0	1,4760	24,2
1,4966	16,0	1,4860	20,2	1,4755	24,4
1,4961	16,2	1,4855	20,4	1,4750	24,6
1,4956	16,4	1,4850	20,6	1,4745	24,8
1,4950	16,6	1,4845	20,8	1,4740	25,0
1,4946	16,8	1,4840	21,0		
1,4940	17,0	1,4835	21,2		

Пример. В среднем из трех измерений при 25 °С $П^{25}$ равно 1,4848; следовательно , $П^{20}$ = 1,4848 + 0,00023 х (25-20) = 1,4848 + 0,0012 = 1,4860.

Значение $П^{20}$ - соответствует по табл.1 содержанию в меде 20,2% воды.

На точность показаний влияют правильность работы рефрактометра, температура меда, наличие кристаллов и механических примесей.

Контрольные вопросы

1. Какие методы исследования меда существуют?
2. Правила доставки меда на рынок.
3. Как проводится отбор проб меда на экспертизу?
4. Какие способы определения содержания воды в меде имеются?
5. Рефрактометрический метод содержания воды в меде.

Лабораторная работа 15
Определение натуральности пчелиного воска. Эмульсия воска

Цель: Ознакомиться с ГОСТ «Воск пчелиный». Освоить методы определения качества воска.

Оборудование и материалы:

1**.** Стеклянные стаканчики, колбы, чашки Петри, стеклянные палочки

2. Водяная баня, теплая вода, образцы воска

3. Шпатель, сушильный шкаф, термостат

4.Картинки, таблицы, слайды

Пчелиный воск – сложное органическое вещество, выделяемое восковыми железами медоносных пчел, употребляемое для отстройки сотов и запечатывания ячеек с медом. В зависимости от технологии переработки воскосырья пчелиный воск подразделяют на:

- пасечный, получаемый на пасеках перетапливанием сотов, крышечек ячеек, восковых обрезков.

- производственный, получаемый на воскозаводах при переработке пасечных вытопок (восковитость не менее 36% воска).

- экстракционный, получаемый на воскоэкстракционных заводах, при переработке заводской мервы (восковитость 18-36%) путем экстрагирования бензином.

Пасечные вытопки – это вторичное сырье, оставшееся после перетопки сотов. Различают пасечные вытопки, мерву пасечную и заводскую. Вытопки получают в солнечных воскотопках, в которых воскосырье не разваривалось в воде и не подвергалось прессованию, т.е. после сухой переработки воскосырья. Отходы после влажной перера-

ботки воскового сырья (нагревание и разваривание в воде с последующим прессованием) называют мервой. Из вытопок и мервы пасечной на воскозаводах получают производственный воск.

Натуральный воск пчелиный используют свыше 40 отраслей народного хозяйства, однако основное его количество (до 80%) уходит на изготовление вощины – это восковые листы с тисненными машинами способом донышками пчелиных ячеек.

С развитием приусадебного пчеловодства и фермерских хозяйств возникла определенная тенденция нарастания дефицита воска и, как следствие этого, вощины. Участились случаи фальсификации воска. При фальсификации к пчелиному воску чаще всего примешивают минеральные воска – церезин, парафин, технический воск, а также материалы растительного происхождения – канифоль и жиры. Присутствие этих добавок приводят к снижению качества вощины.

ГОСТ «Воск пчелиный» С целью предупреждения попадания фальсификатов в вощину необходимо при заготовке осуществлять контроль качества воска, определяя его натуральность. Для установления натуральности проводят органолептическое исследование и определяют физико-химические показатели в соответствии с требованиями ГОСТ 21179-2000 «Воск пчелиный» (таблица 16).

Таблица 16. Требования к качеству воска (ГОСТ 21179-2000)

Наименование показателя	Характеристика и норма для воска	
	пасечного	производственного
Цвет	Белый светло-желтый, желтый, темно-желтый, серый	Не темнее светло-коричневого
Запах	Естественный, восковой	Специфический
Структура на изломе	Однородная, мелкозернистая	Однородная, мелкозернистая
Массовая доля воды, % , не более	0,5	1,5
Массовая доля механических примесей, %, не более	0,3	0,3
Глубина проникновения иглы при 20 ºС, мм: определенная на пенетрометре определенная на приборе Вика ОГЦ	 до 6,5 до 6,5	 6,6-9,0 6,6-12,0
Наличие фальсифицирующих примесей	Не допускается	Не допускается
Плотность при 20ºС, воды, г/см^3	0,95-0,97	0,95-0,97
Показатель преломления при 75ºС	1,441-1,443	1,441-1,444
Температура плавления каплепадения,ºС	63,0-66,0	63,0-69,0
Кислотное число	16,0-20,0	17,0-21,0
Число омыления	85,0-101,0	85,0-101,0
Эфирное число	67,0-84,0	71,0-83,0
Йодное число, г йода в 100 г воска	7,0-15,0	9,0- 20,0
Отношение эфирного числа к кислотному числу	3,5-4,7	3,3-4,5

Примечания:

- допускается в изломе неоднородность цвета в пределах установленных норм.

- качество воска по показателю «глубина проникновения иглы» определяют на одном из указанных приборов.

- единица измерения кислотного числа, числа омыления, эфирного числа- количество миллиграммов гидроокиси калия, необходимое для нейтрализации кислот, содержащихся в 1 г воска.

Маркировка. На каждый мешок или ящик с воском наносят транспортную маркировку с указанием следующих данных: наименование продукции, номер партии, массы брутто, нетто, порядкового номера места, обозначение стандарта.

Упаковка. Воск упаковывают в мешки или ящики. Мешки зашивают шпагатом таким образом, чтобы по обеим сторонам оставались «ушки», облегчающие его переноску и погрузку.

Приемка. Пчелиный воск принимают партиями. Партией считают любое количество пасечного или производственного воска, оформленное одним документом о качестве. В документе о качестве должны быть указаны: наименование предприятия-изготовителя и его товарный знак, наименование продукции, номер документа о качестве, номер партии, количество мест в партии, масса брутто и нетто партии, данные результатов испытаний, обозначение стандарта, состав продукции, условия и срок хранения.

Для проверки качества пчелиного воска от каждой партии воска составляют выборку из упаковочной единицы (мешков, ящиков) в количестве, указанном в таблице 17.

Проверке качества пчелиного воска по органолептическим показателям (цвет, структура в изломе, запах) подлежит каждый слиток воска, взятый из отобранных упаковочных единиц. Качество пчелиного воска по физико-химическим показателям проверяют по требованию потребителя. Проверку пчелиного воска и содержание фальсификатов проводят при подозрении в фальсификации воска парафином или церезином. Проверке подлежит каждый слиток пчелиного воска, подозреваемый в фальсификации. При неудовлетворительных результатах испытаний хотя бы по одному из показателей по нему проводят повторные испытания на удвоенном объеме выборки, взятой из той же партии пчелиного воска. Результаты испытаний распространяют на всю партию.

Таблица 17. Выборка из упаковочных единиц

Количество упаковочных единиц в партии, штук	Количество отбираемых упаковочных единиц, штук
1	1
2-10	2
11-20	3
21-30	4
31-40	5
41-60	6
61-80	8
81-100	10
Свыше 100	10%

Отбор проб. Для оценки качества пчелиного воска по физико-химическим показателям из отобранных упаковочных единиц отбирают точечные пробы, которые сплавляют при температуре 65-75 ºС в одну пробу. Масса объединенной пробы должна составлять 400-500 г.

Оценка качества пчелиного воска. Воск пчелиный принимается белого, желтого, темно-желтого и серого цветов, с естественно-восковым запахом, в изломе с однородной мелкозернистой структурой, содержание воды не более 0,5%, механических примесей – 0,3%. Не допускается к приему воск, содержащий фальсификаты и инородные вещества.

Для оценки качества пчелиного воска по органолептическим показателям (цвет, структура в изломе, запах) объединенную пробу воска раскалывают пополам и стамеской настругивают навески массой соответственно по 5, 10 и 30 г из пяти точек одной из плоскостей излома куска пробы: из четырех точек, находящихся на расстоянии 2-3 см от углов плоскостей излома, и одной точки, находящейся в ее центре.

При оценке качества воска необходимо:

- обращать внимание на поверхность слитка воска. Она должна быть лоснящейся, не слишком жирной. У натурального воска поверхность слитка бывает чуть-чуть вогнутой внутрь. Резкая впадина внутрь слитка воска является верным признаком его фальсификации парафином или техническим воском;

- принимаемый слиток расколоть на две или три части. Это проводится с целью установления степени загрязненности, структуры и цвета в изломе, сортности и отсутствия посторонних инородных предметов (камней, кусков железа и др.);

- знать, что воск сильно загрязненный мервой, относится к категории некондиционного. Некондиционный (пережженный) воск получается на пасеке при неумелой переработке бракованных сотов и вытопок.

Чаще всего порча воска происходит на пасеке от применения жесткой воды. В жесткой воде содержатся одно- и двухвалентные металлы (К, Na, Са и др.), которые с воском образуют эмульсии. Из-за этого воск получается пергообразный, рыхлый, неоднородной консистенции. Такой воск собирается внизу слитка. Поэтому при переработке воскосырья на пасеке необходимо применять мягкую воду (снеговую, дождевую). Разрушить эмульсию можно путем расплавления воска при температуре 80-95 ºС без доступа к нему воды.

Пчелиный воск не должен иметь слоя грязи и эмульсии на нижней поверхности слитка или куска.

Фальсификация воска. В практике наблюдаются случаи подмешивания к воску воскоподобных или других материалов. Воск фальсифицируют в основном парафином, церезином, канифолью, стеарином и другими веществами.

Парафин получают при добыче и переработке нефти, а также из продуктов сухой перегонки бурого каменного угля. Состоит парафин из предельных углеводородов, может содержать и непредельные вещества в зависимости от степени очистки. Соответственно составу парафина его кислотное число и число омыления близки к нулю. Парафин бесцветный или грязно-желтого цвета. Йодное число парафина составляет 1-4, плотность при 20 ^{o}С 0,87- 0.91 г/см^{3}, температура плавления 35-80 ^{o}С.

Церезин добывают из горного воска, называемого озокеритом, залежи которого встречаются на Кубани, в Молдавии и других местах. Получают его и из нефти как побочный продукта в производстве жидкого топлива. Состоит церезин из насыщенных углеводородов с некоторой примесью ненасыщенных. Неомыляемых веществ в церезине 100%. Кислотное, эфирное число, число омыления равно нулю, йодное число – от 0,1 до 8. Температура плавления находится в пределах от 80 до +15^{o}С, температура застывания – от 56 до 82 ^{o}С, плотность от 0,88 до 0,97 г/см^{3}, показатель преломления при 80 ^{o}С равен 1,4320-1,4370. Цвет церезина от белого до коричневого. Запах слабый, приятный, похож на запах пчелиного воска, иногда напоминает запах мервы, без вкуса или с привкусом керосина. Консистенция при комнатной температуре – твердая, при сминании в руках или легком нагревании твердая масса становится пластичной. Структура мелкокристаллическая, но иногда аморфная.

Канифоль представляет собой твердую часть смолистых веществ хвойных деревьев – живицы. Состоит преимущественно из смоляных кислот и углеводородов. Кислотное число – 130-180, число омыления – 147-200, эфирное число – 10, плотность – 0,986-1,108

г/см^3 , температура плавления – 100-135^{o}С, температура размягчения – 50-85 ^{o}С. Неомыляемых веществ 2-15%. Зольных элементов 0,04-0,07%. Цвет от светло-желтого до темно-коричневого. Запаха не имеет. Иногда присутствует смолистый привкус.

Стеарин получают при гидролитическом расщеплении жиров в кислой среде. Он представляет собой смесь стеариновой кислоты с пальмитиновой и некоторыми другими кислотами. От жидких кислот его отделяют прессованием. Кислотное число – 195-204, число омыления – 195-209, эфирное число равно нулю, плотность – 0,89-0,92 г/см^3, температура плавления – 49-70 ^{o}С. Цвет белый, светло-желтый, зеленый. Без запаха и вкуса. Консистенция – твердая масса.

По составу и свойствам пчелиный воск и фальсификаты неравноценны. Исследование восков и фальсификатов по органолептическим и физико-химическим показателям позволяет определить вид, а иногда и степень фальсификации.

Определение фальсификации пчелиного воска по органолептическим признакам. На заготовительных пунктах определение натурального пчелиного воска осуществляется чаще всего органолептическим исследованием (по внешнему виду, структуре, излому, цвету, вкусу, запаху и т.д.).

Фальсификация воска парафином и техническим воском легко определяется по вогнутой поверхности слитка. У чистого пчелиного воска поверхность слитка всегда будет ровная, или чуть-чуть вогнутая; чем больше примесь парафина, тем больше вогнутость слитка. Кроме того, пчелиный воск, фальсифицированный парафином, при разминании пальцами на ощупь становится жирным.

В воске, фальсифицированном церезином, часто меняется вид и рисунок поверхности. В чистом пчелином воске поверхность слитка сравнительно гладкая, однородная, матового оттенка, если не считать складок от пузырьков воздуха или отдельных кусочков воска, случайно попавших на поверхность в тот период, когда он начал уже застывать.С небольшим количеством церезина (до 5-7%) воск имеет волнистую поверхность. С количеством церезина более 7% появляется муаровый рисунок. Примесь церезина делает воск липким и придает ему запах и привкус керосина. Стружка ломкая, срез блестящий, гладкий. При протирании поверхности слитка натурального пчелиного воска суконкой матовая поверхность делается лоснящейся, тогда как у фальсифицированного воска подобное явление не обнаруживается.

Натуральность пчелиного воска можно также проверить ударом молотка по его поверхности. Слиток чистого воска раскалывается на

две или несколько частей, образуя тонкие, остроконечные крошки. На месте удара происходит посветление поверхности, но вмятины почти не образуются. В местах скола поверхность воска всегда зернистая, матовая. Слиток воска, раскалывающийся с большим усилием, с образованием под молотком вмятины, внутри которой заметно посветление поверхности, и дающей множество крупных округлых крошек, нужно подозревать на фальсификацию (испытание молотком проводить при температуре не ниже +20 ºС).

При царапании острым предметом натуральный воск образует спиральную довольно длинную свертывающуюся стружку. При добавлении церезина и парафина стружка не образуется.

У пчелиного воска вкус и запах восковые. При добавлении к воску церезина в малых количествах сохраняется вкус и запах воска, и только при добавлении 60-70% церезина запах и вкус воска постепенно исчезают. У церезина вкус и запах отсутствуют. Запах и вкус парафина начинают ощущаться у сплавов с добавлением 25% парафина и усиливаются с повышением его концентрации

При жевании натуральный воск не пристает к зубам, при добавлении церезина, парафина и канифоли воск липнет к зубам.

От примеси живицы воск при растирании между пальцами или нагревании издает скипидарный запах. От примеси стеарина воск становится хрупким и ломким, не разминается между пальцами, не просвечивает в краях, при жевании ощущается привкус стеариновой свечи. Воск, содержащий сало, при сжигании на электроплитке образует едкий, неприятный запах.

При ультрафиолетовом облучении пчелиный воск обычно не флуоресцирует или светится слабым зеленоватым цветом. В присутствии церезина появляется яркая перламутрово-белая с голубым оттенком флуоресценция. Примесь парафина обнаруживается по довольно интенсивному свечению синих и голубых тонов, канифоль – по синей флуоресценции.

Присутствие фальсификатов в пчелином воске по органолептическим показателям можно обнаружить при 20-30%-ном их содержании. Для этого требуется определенный навык и большой практический стаж работы проверяющего. В связи с этим для определения фальсификатов применяют несложные химические реакции. Примесь к воску живицы может быть обнаружена путем кипячения такого фальсификата в водном растворе соды. После медленного и постепенного охлаждения раствора (охлаждать раствор рекомендуется в горячей воде) раствор расслаивается, на поверхность поднимается и застывает натуральный воск, а на дно в виде хлопьев осаждается жи-

вица. Сняв и взвесив пчелиный воск и сравнив массу с первоначально взятым воском, можно определить процент примеси живицы.
Присутствие стеарина в пчелином воске определяется путем легкого нагрева исследуемого воска (в виде стружки) в известковой воде. Если воск в своем составе имеет стеарин, то раствор мутнеет, а после отстаивания на дно осаждается муть. При нагревании же воска без примесей раствор остается прозрачным. Известковая вода – это насыщенный раствор гидроксида кальция ($Ca(OH)_2$).

Для определения примеси смолы, канифоли в пробирку вносят 6 мл спирта и 3 мл воды, опускают 0,5-1 г воска и кипятят 2-3 минуты, после чего прозрачный раствор сливают в другую пробирку, где его разбавляют равным количеством воды. Если при этом образуется белая муть, то в образце содержится примесь смолы.

Задание

1. Ознакомиться с образованием эмульсии первой формы
2. Ознакомиться с образованием типичной эмульсии первой формы
3. Ознакомиться с образцами эмульсии второй формы
4. Ознакомиться с превращением эмульсии первой формы во вторую
5. Определить фальсификат пчелиного воска парафином и церезином с помощью пробы Бюхнера

Порядок выполнения работы

1. Образование эмульсии первой формы. В химический стакан наливают дистиллированную воду (100 мл) и опускают кусок воска (20 г). На электроплитке нагревают до кипения. Расплавившийся воск остается на поверхности воды, как жидкое мыло. От прибавления небольшого количества (10-15 г) раствора едкого калия или едкого натрия образуется молокообразная эмульсия. Это эмульсия первой формы, хотя количество воды здесь в несколько раз больше, чем воска, и ее можно было бы считать эмульсией типа вода в воске.

2.Образование типичной эмульсии первой формы. Берут воск (20 г) в химический стакан и расплавляют его на водяной бане, затем прибавляют небольшое количество воды (10 г). Вода собирается на дне стакана и при взбалтывании не смешивается с воском. Затем прибавляют концентрированного раствора (5-10 мл) едкого калия или натрия и смотрят, вода исчезла, она как бы впаялась в воск. Полученный воск с увеличенной водностью отливают в форму, и после застывания сравнивают с исходным образцом воска.

3. Ознакомление с образцами эмульсии второй формы. Наливают в химический стакан жесткой воды 50 мл (при отсутствии можно

взять известковую), опускают в нее кусок воска (10 г) нагревают на электроплите до кипения. После прекращения кипения основная часть эмульсии разлагается, на поверхности собирается воск, а снизу – пергообразная или кашицеобразная масса эмульсии второй формы.

4. Превращение эмульсии первой формы во вторую. К эмульсии первой формы, полученной при выполнении задания 1, прибавляют концентрированный раствор хлористого кальция (5-10 мл). Получают эмульсию второй формы, которую можно вновь обратить в эмульсию первой формы добавлением концентрированного раствора едкого калия (5-10 мл).

5. Определение фальсификации пчелиного воска парафином и церезином с помощью пробы Бюхнера. Сущность этой реакции основана на различии химических свойств и растворимости парафина и церезина по сравнению с пчелиным воском в горячем спиртовом растворе щелочи, в котором воск растворяется полностью, а парафин и церезин собираются в виде кольца.

В химическую пробирку кладут 6 таблеток едкого калия, наливают 5 мл этилового спирта ректификованного, добавляют 0,5-1 г воска (1-2 горошины). Пробирку зажимают в пробиркодержателе, осторожно доводят до кипения над пламенем спиртовки и кипятят в течении 2-3 минут. При наличии парафина или церезина по всему раствору образуются мелкие шарики, которые после охлаждения собираются вверху в виде кольца. Если исследуемый образец был натуральным воском, то жидкость остается однородной, прозрачной. С помощью качественной реакции Бюхнера можно определить наличие церезина в воске в количестве 2-3% и выше. Наличие парафина в воске (не менее чем 7-10%) дает заметные пылевидные частицы в растворе. С повышением концентрации частицы увеличиваются в размере и собираются в верхнем слое кольцом.

Контрольные вопросы

1. Классификация пчелиного воска в зависимости от технологии переработки воскосырья.
2. Основные требования к качеству воска (ГОСТ 21179-2000).
3. Отбор проб при оценке качества воска.
4. Как определяют фальсификат пчелиного воска по органолептическим признакам?
5. Химические методы определения фальсифицирующих примесей в воске;
6. Эмульсия воска с водой. Предупреждение образования водной эмульсии воска.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Билаш Г.Д., Кривцов Н.И. Селекция пчел – М.: ВО «Агропромиздат», 1991. –С 304.

2. Бондаренко М.В. Руководство к практическим занятиям по пчеловодству. Л. 1981.-С.37-89.

3. Власов, В.Н. Башкортостан – медовый край [Текст]/ В.Н. Власов. –Уфа: Китап, 2009. – 416 с.

4. Гробов О.Ф., Лихотин А.К. Болезни и вредители пчел. – М.: Агропромиздат, 1989. -239 с.

5. Гробов О.Ф., Смирнов А.М., Попов Е.Т. Болезни и вредители медоносных пчел. – М.: Агропромиздат, 1987. -335 с.

6. Гробов, О.Ф. Болезни и вредители пчел [Текст] / О.Ф.Гробов, А.К. Лихотин. – М.: Агропромиздат, 1989. – С.3 – 69, 148 – 156.

7. Каталог пчеларски инвентарь. София, 1965. –С.36-77.

8. Каталог пчеловодного инвентаря. / Составил В.П. Павленко -М.: 1979. –С.77-124.

9. Козин, Р.Б. Практикум по пчеловодству [Текст]: учеб. пособие /Р.Б Козин, Н.В. Иренкова, В.И. Лебедев. -2-е изд. –СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2005. – 224 с.

10. Колмацкий, В.И. Пчеловодство [Текст]: учебник / В.И. Колмацкий, С.В. Логинов, С.А. Плотников. –Ростов н/Д: Феникс, 2009. – 392 с.

11. Кривцов Н.И., Лебедев В.И. Пчеловодство. -М.: Колос. 1999. – С. 149-170 .

12. Кривцов Н.И., Лебедев В.И., Туников Г.М. Пчеловодство. – М.; Колос. 1999.-С.36-52.

13. Кривцов Н.И., Сокольский С.С. Породы пчел – Сочи, 2001. – 25 с.

14. Лаврехин Ф.А., Панкова С.В. Биология медоносной пчелы – М. : Колос, 1983. – 303 с.

15. Лебедев В.И. Билаш Г.Д. Биология медоносной пчелы – М. : Агропромиздат, 1991. – 239 с.

16. Лукоянов В.Д. Пчеловодный инвентарь и пасечное оборудование. -М.: Колос, 1974.-С.8-126.

17. Лукоянов В.Д., Якуша И.В. Пчеловодный инвентарь и пасечные постройки с основами столярного дела. -М.: Колос, 1970. –С. 3-111.

18. Малков, В.В. Племенная работа на пасеке [Текст] / В.В. Малков. - М.: Россельхозиздат, 1985. – С.45-50.

19. Материально-техническое оснащение и механизация производственных процессов в пчеловодстве (рекомендации). -М.: 1985. –С.3-56.

20. Петров, Е.М. Об истоках лесного пчеловодства Башкортостана [Текст]: учебное пособие / Е.М, Петров. –Уфа: Китап, 2004. – 156 с.

21. Пчеловодство Башкортостана [Текст]: учеб. пособие / Гиниятуллин М.Г. [и др.]; под ред. М.Г. Гиниятуллина. –Уфа: БГАУ, 2008. –380 с.

22. Рекомендации по производству воска и переработке воскосырья на пасеках. -М.: 1970.-С.3-45.

23. Смирнов, А.М. Болезни и вредители медоносных пчел [Текст]: учебное пособие / А.М. Смирнов, В.Р. Туктаров. – Уфа : Гилем, 2004. – С.5 – 27, 73 – 93.

24. Черевко, Ю.А. Пчеловодство [Текст]: учебник /Ю.А. Черевко, Л.И. Бойценюк, И.Ю. Верещака; под ред. Ю.А. Черевко. –М.: Колос, 2008. – 383 с.

25. Шафиков, И.В. Искусство пчеловода [Текст] / И.В. Шафиков. –Уфа: Китап, 2009. – 191 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1. Журнал посещений зимовника

Дата посещения зимовника	Температура воздуха, ºС		Относительная влажность воздуха в зимовнике, %	Показание контрольного улья, кг	Общее состояние семей и другие сведения	Что сделано для устранения замеченных недостатков
	наружного	в зимовнике				

Таблица 2. Инвентарная книга

Имеется в наличии и поступило					Израсходовано и списано				
Дата	№ документации	Наименование предметов	Балансовая стоимость	Количество	Дата	№ пчелосемей	Наименование предметов	Единица измерения	Количество

Примечание: Все поступающее на пасеку имущество и материалы должны учитываться в данной ведомости, а на предметы, пришедшие в негодность и израсходованные, составлять акты на списание.

Таблица 3. Журнал пасечного учета

Пчелиная семья № _____ Год рождения матки _____ Происхождение матки _____

Продуктивность семьи за прошлый год: валовой сбор меда _____ кг, воска _____ кг.

Получено отводков или роев _____

Зимостойкость _____

Дата осмотра	Сила семьи (улочек)	Осталось в гнезде после осмотра			Дано рамок с вощиной (листов)	Другие сведения
		всего рамок, шт	в т.ч. рамок с расплодом	меда, кг		

Таблица 4. Дневник пасеки

Месяц, число	Показания контрольного улья, кг			Температура воздуха в тени, °С			Осадки	Ветер	Облачность	Лет пчел	Цветение медоносов		
	общая масса	прибыль	убыль	в 7 часов утра	в 13 часов	в 19 часов					вид медоноса	начало цветения	конец цветения

Таблица 5. Ведомость состояния семей пчел на время весенней (осенней) ревизии, проведенной с _____ по _____ 200 ____ г.

№ п/п	№ пчелиной семьи	Сила семьи, улочек	Количество расплода, соты	Число сотора-мок, шт	Количество корма,кг			Количество перги, соты	Год рождения матки	Утепление		Примечание
					мед	сахар	всего			верхнее	боковое	

Таблица 6. ЖУРНАЛ учета племенной пасеки за 200 ___ г.

Пчелиная семья № _____ Год рождения матки _____ Происхождение матки _____

Продуктивность семьи за прошлый год: валовой сбор меда _____ кг, воска _____ кг.

Получено отводков, роев _____. Зимостойкость _____

Дата осмотра	Что учитывалось	Соты по порядку												Всего
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	Мед													
	Расплод													
	Перга													

Юмагужин Фитрат Гилмитдинович,
Туктаров Варис Рафкатович,
Гиниятуллин Марат Гиндуллинович
Саттаров Венер Нуруллович

ОСНОВЫ ПЧЕЛОВОДСТВА

(учебное пособие)

Подписано в печать 30.01.2020 г. Формат бумаги 60×84 1/16. Усл. печ. л. 8,60
Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс». Печать трафаретная. Заказ 1178 Тираж 500 экз.

РИО ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ
450001, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВПО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. М. АКМУЛЛЫ»

Р.Р.Кабиров, Е.В.Сугачкова, А.И.Фазлутдинова

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
(учебно-методическое пособие)

Уфа 2016

Р.Р.Кабиров, Е.В.Сугачкова, А.И.Фазлутдинова. Оценка качества окружающей среды (учебно-методическое пособие) – Уфа: Изд-во БГПУ им. М.Акмуллы, 2016. 160с.

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 уяснение 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.

Рецензенты: М.Г.Мигранов, д-р биол.н., проф. (БГПУ им. М.Акмуллы);
И.Е.Дубовик, д-р биол.н., проф. (БГУ)

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

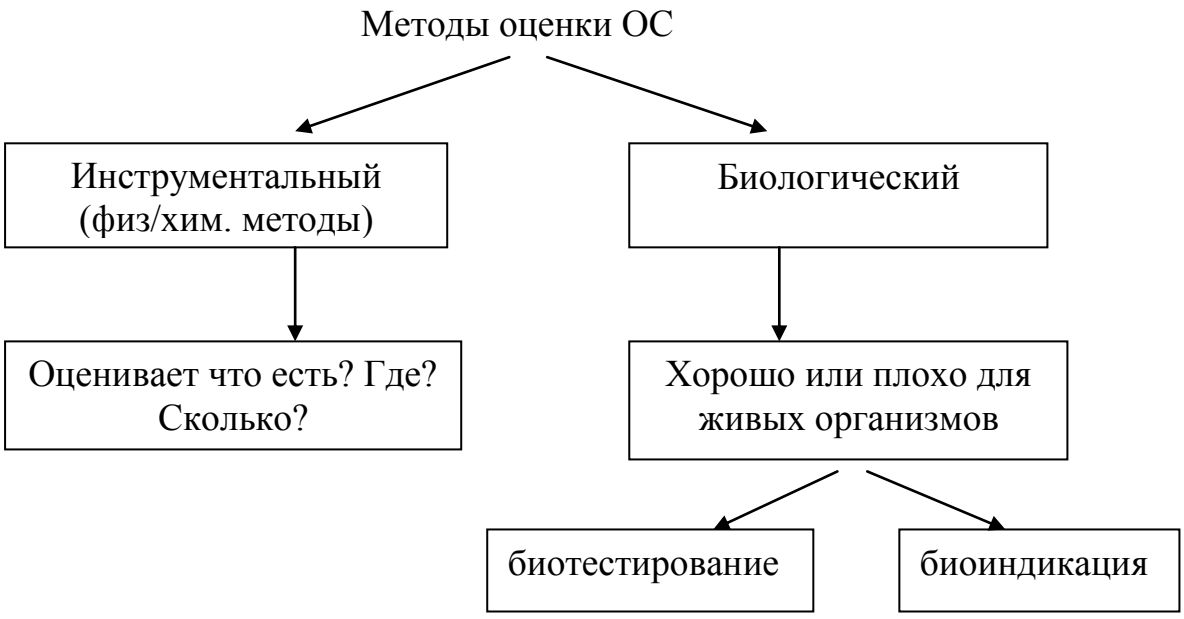
Оценка влияния крупных автомагистралей на состояние растительного покрова…….…… 63
Изучение кислотности осадков с помощью семян различных культур 64
Определение выбросов загрязняющих веществ автотранспортом…… 66
Тема 3. **Экологическая оценка качества почвы**……... 74
Морфологические свойства почв…… 74
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^{o}C 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	5

время волнения. Берега и прибрежные сооружения 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 $Си^{2+}$.

$Си^{2+}+ 4NH_4OH \longrightarrow \{Cu(NH_3)_4\}^{2+} +4H_2O$

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. Малый водный сачок.

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.

Ход работы.
1. Отберите пробы воды с помощью водного сачка. Для этого сачок опустите в воду на нужную глубину так, чтобы отверстие было перпендикулярно ее поверхности, и ведите в сторону, несколько отклонив обруч назад (рис. 2). Закончив проводку на заданной глубине, поверните сачок отверстием вверх (параллельно поверхности воды) и по

возможности быстро выньте. Необходимо дать воде стечь и после этого рассмотреть содержимое сачка, положив сачок на ровную поверхность, или поместив содержимое в ванночку с водой.

Если вы используете сетчатый экран, то делать это нужно следующим образом. На намеченном участке установите экран перпендикулярно течению. Встаньте по течению напротив сетки на расстоянии 1-2 м и двигайтесь к ней, сильно взбаламучивая грунт и переворачивая крупные камни. Течение будет вовлекать в сетку мелких беспозвоночных

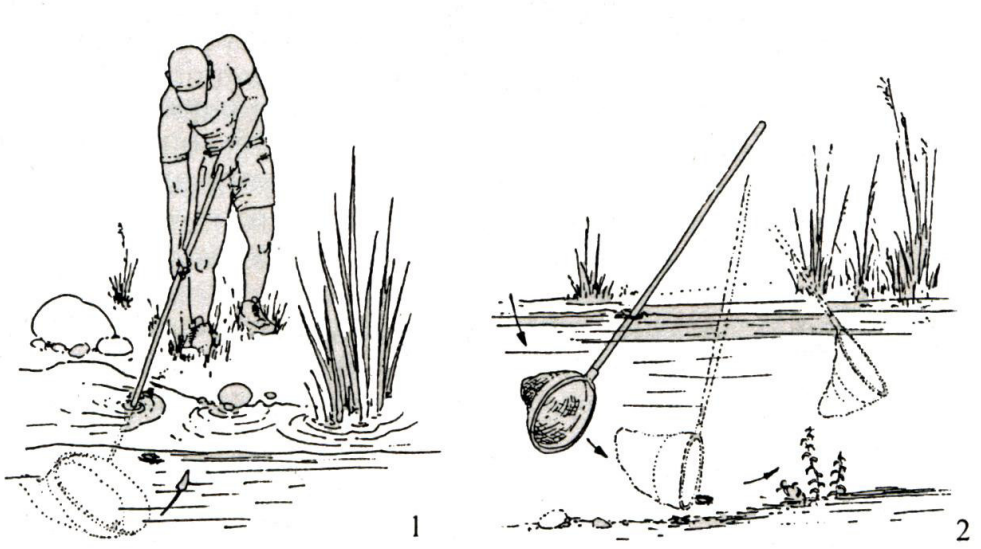


Рис.2. Ловля сачком крупных беспозвоночных: 1 – ловля у поверхности воды, 2 – ловля на глубине.

2. Поместите беспозвоночных в плоскую посуду с водой и определите животных с помощью соответствующих определителей и рисунков (см. Приложение 2)**.**

Преимущество при определении индекса Майера состоит также в том, что не нужно определять беспозвоночных с точностью до вида. Организмы-индикаторы по методу Майера относят к одной из трех индикаторных групп, приведенных в таблице 1.12.

Таблица 1.12.

Состав водных организмов в индикаторных группах по методу Майера

Обитатели чистых вод	Организмы средней чувствительности	Обитатели загрязненных водоемов
Личинки веснянок Личинки поденок	Бокоплав Речной рак	Личинки комаров-звонцов

Личинки ручейников Личинки вислокрылок Двустворчатые моллюски	Личинки стрекоз Личинки комаров - долгоножек Моллюски-катушки Моллюски-живородки	Пиявки Водяной ослик Прудовики Личинки мошки Малощетинковые черви Трубочники Личинки комаров-дергунов

При обработке результатов нужно отметить, какие из приведенных в таблице 1 индикаторных групп обнаружены в пробах. Количество обнаруженных групп из первого раздела таблицы необходимо умножить на 3, количество групп из второго раздела - на 2, а из третьего - на 1. Получившиеся цифры складывают, и значение суммы характеризует степень загрязненности водоема (таблица 1.13).

Таблица 1.13.

Сумма баллов	Состояние водоема	Класс качества
Более 22	Отличное	1
17-21	Хорошее	2
11-16	Удовлетворительное	3
Меньше 11	Плохое	4-7

Оценка качества водоемов с помощью методов биотестирования

Большой интерес при оценке качества воды представляют также методы биотестирования, которые позволяют непосредственно определить реакцию водной биоты на загрязнение. Методы биотестирования относятся также к гидробиологическим методам. Они отличаются от методов биоиндикации тем, что позволяют определить реакцию водной биоты на загрязнения по различным тестовым организмам - как простейшим (инфузориям, дафниям), так и высшим - рыбам (гуппиям). Такая реакция иногда является наиболее показательной, особенно применительно к оценке качества загрязненных вод (природных и сточных) и даже позволяет регистрировать изменения биологически значимых показателей (тест-функций) тест-объектов с последующей оценкой их состояния в соответствии с выбранным критерием токсичности. Основная цель биотестирования – исследование зависимости «доза – эффект», «время – реакция».

Влияние загрязнителей на жизнеспособность рачка артемии
(Мансурова, Кокуева, 2001)

Рачок артемия – мелкое ракообразное, представляющее собой одно из первых звеньев в водных цепях питания. Яйца артемии обладают высокой жизнеспособностью. Представление об общей токсичности воды можно составить путем сравнения процента вылупившихся личинок артемии в воде из природного источника с контролем.

Оборудование: чашки Петри, 1%-ный раствор поваренной соли, бинокулярный микроскоп, пипетки, пробы воды, яйца артемии.
Ход работы.

1. Отберите 50 яиц артемии (их можно купить в зоологическом магазине) и поместите в чашку Петри с 20 мл 1%-ного раствора поваренной соли (0,5г соли на 50 мл воды). Эта проба является контрольной.
2. Приготовьте 1%-ные растворы поваренной соли с водой, взятой из исследуемых источников.
3. Поместите по 50 яиц артемии в другие чашки Петри с пробами исследуемой воды. Опыт проводите в 3-5 повторностях.
4. Ежедневно в течение недели проверяйте в чашках образование личинок из яиц. Для этого поставьте чашку под микроскоп, а с одного края чашки – источник света. Личинки артемии приплывут к свету – вам останется лишь сосчитать их и удалить из чашки пипеткой.
5. Тщательно ведите ежедневные записи, а в конце недели определите и сравните процент числа вылупившихся личинок в контрольном опыте и пробах воды.
6. Сделайте вывод о той или иной степени общей химической токсичности воды из разных водоемов.

Оценка токсичности водоема с помощью хлореллы

Тестирование с помощью Chlorella vulgaris (зеленой одноклеточной водоросли) позволяет провести оценку токсичности на уровне чувствительности, принятом в большинстве альгологических и токсикологических лабораторий мира. При работе с зелеными водорослями полученные результаты можно (с известной степенью допущения) экстраполировать на высшие растения.

Оборудование: Пробирки, пробки, пипетка, мерный цилиндр, фотокюветы или пробирочные контейнеры, центрифуга, суспензия водорослей, пробы воды.

Ход работы:

1. Опыт проводят как минимум в трех повторностях. Воду из различных источников разлейте по 5 мл в пробирки.
2. Суспензию водорослей очистите с помощью центрифуги (при скорости 3000 об/мин в течение 2 мин.). Потом надосадочную жидкость слейте, промойте осадок дистиллированной водой и снова центрифугируйте. Эту процедуру проводят 3 раза.
3. Очищенную культуру водорослей разбавьте и внесите в пробирки в одинаковых количествах (2-3 капли) до появления зеленоватой окраски раствора.
4. В качестве контроля можно использовать воду из незагрязненного источника или искусственную питательную среду.
5. Пробирки закройте ватно-марлевыми пробками, наденьте на них бумажные колпачки для предохранения от попадания грязи. Далее пробирки пронумеруйте, разложите наклонно в фотокюветы и инкубируйте на свету. Подсветку можно осуществлять с помощью естественного света, лампы накаливания или люминесцентной лампы.
6. Водоросли инкубируйте в течение 10-14 суток. Во время инкубации необходимо периодически встряхивать пробирки, чтобы предотвратить появление осадка из клеток.
7. По окончании эксперимента оцените степень развития водорослей по одному из следующих показателей: плотность суспензии (замеряют на фотоэлектрокалориметре или спектрофотометре), накопленная биомасса (взвешивают), суммарный объем клеток (суспензию набирают в капилляры, центрифугируют и замеряют высоту осадка; чем выше столбик осадка, тем большее число клеток находится в суспензии). Оптическая плотность замеряется только в тех вариантах, в которых водоросли не погибли (суспензия клеток имеет зеленый цвет). Если водоросли погибли, то суспензия приобретает желтый цвет или совсем обесцвечивается.
8. Данные занесите в таблицу 1.14.

Таблица 1.14.

Значения оптической плотности (другие параметры) суспензии клеток водорослей в пробах воды

Номера пробирок	Значение оптической плотности в разных пробах воды							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1								

2								
3								
Среднее								

9. Для получения сопоставимых результатов по итогам тестирования рассчитайте индекс токсичности оцениваемого фактора (ИТФ) и определите класс токсичности по таблице (см. Приложение 1).
10. На основании полученных данных сделайте выводы.

Тема 2. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОЗДУХА

От загрязнения воздуха страдают люди, животные и растения. Например, отходы медеплавильных заводов – хлор, мышьяк, сурьма – вызывают гибель домашних и диких животных, поедающих отравленную этими веществами пищу. Тяжелые заболевания скота наблюдаются от фтористых соединений. Медь и цинк, попадающие с выбросами заводов в землю, могут полностью уничтожить травяной покров.

В России наиболее неблагоприятными с точки зрения здоровья населения по-прежнему остаются города с высокой концентрацией промышленности. Загрязненная атмосфера вызывает увеличение числа заболеваний дыхательных путей, происходит рост аллергенных заболеваний. По заключению ученых, патологии связаны с воздействием пыли, сернистого ангидрида, серной кислоты и двуокиси азота.

Загрязнение атмосферного воздуха наносит также большой экономический ущерб. Наличие в воздухе соединений серы ускоряет процессы коррозии металлов, разрушение зданий, сооружений и памятников культуры, ухудшает качество промышленных изделий и материалов. Установлено, например, что в промышленных районах сталь ржавеет в 20 раз, а алюминий разрушается в 100 раз быстрее, чем в сельской местности.

Вредные для человека и природы выбросы могут перемещаться в воздушных потоках на большие расстояния. Например, выбросы промышленных предприятий Германии и Великобритании переносятся на расстояния более 1000 км и выпадают на территории Скандинавских стран, а из северо-восточных штатов США – на территории Канады. Законодательством нашей страны установлены предельно-допустимые концентрации (ПДК) для воздуха населенных пунктов - максимально-разовые (измеренные за 20 мин.) и среднесуточные, воздуха рабочей зоны, воздуха промышленных площадок. В настоящее время установлены ПДК для более чем 500 веществ.

Методология оценки качества воздуха помещений в значительной степени основана на принципах промышленной гигиены и количественной оценке загрязнителей атмосферного воздуха. Дополнительную трудность здесь представляет недостаток информации об эффекте длительного воздействия низких концентраций загрязнителей.

Аналитические методы, используемые в промышленной гигиене, разработаны для измерения высоких концентраций и не применимы ко многим загрязнителям, в то время как количество загрязнителей, содержащихся в воздухе помещений, может быть велико, а их концентрация, как правило, низка. Аналитические методы достаточно трудоемки, а углубленные исследования с отбором большого количества проб далеко не всегда необходимы.

Предлагаемые ниже методы исследования позволяют определить приблизительную концентрацию загрязнителей, они являются достаточными для решения многих из существующих проблем. После проведения оздоровительных мероприятий проводятся повторные измерения, а более глубокая проверка с полным аналитическим исследованием предпринимается только в том случае, когда не обнаруживается никаких явных признаков улучшения.

Исследование загрязнения окружающей среды по физико-химическим характеристикам снега

(по Голубкина, Шамина, 2003)

Оценка загрязнения окружающей среды по степени загрязнения снежного покрова является широко используемым во всем мире приемом проведения мониторинга окружающей среды. Такие исследования могут включать оценку степени запыленности воздуха, загрязнения тяжелыми металлами, нитратами, сульфатами, хлоридами, органическими веществами и т. п.

Вредные вещества, выбрасываемые промышленными предприятиями, автомобильные выхлопы и др. накапливаются в снегу в течение всей зимы. В связи с этим результаты обследования ближайшего квартала по степени загрязнения снежного покрова имеют важное практическое значение.

При выполнении данной работы решаются следующие задачи:

1. Установление количества механических примесей в снеге (запыленности местности).
2. Определение pH талого снега.
3. Оценка уровня окиси углерода в воздухе вблизи мест отбора проб снега.
4. Оценка содержания ионов хлора на обследуемой территории.
5. Определение распределения содержания ионов кальция и магния на выбранной территории.
6. Составление схемы распределения загрязнения на территории и оценка по результатам исследования степени экологического риска.

Оборудование: пробы снега, фильтровальная бумага, конические колбы, воронки, пипетки, сушильный шкаф, универсальная индикаторная бумага, 10% р-р $AgNO_3$.

Ход работы

Отбор проб

1. Перед началом исследования составьте схему обследуемой территории с указанием выбранных мест отбора снега, основных зданий и

сооружений и их назначения. Мест отбора проб снега должно быть не менее 10.

2. Ориентируясь по схеме, отберите образцы снега в обозначенных местах на площадках размером не менее 1 $м^2$ Количество снега должно составлять свыше 600—800 г. В качестве емкостей для сбора снега удобно пользоваться полиэтиленовыми бутылями на 1,5—2 л из-под питьевой воды, для чего у них отрезают ножницами верхнюю суживающуюся часть (снег в емкости должен быть плотно утрамбован). Каждая емкость должна быть пронумерована в соответствии с номерами мест отбора проб снега, номер закреплен на емкости скотчем (для нумерации может быть использован также лейкопластырь).

3. Для таяния снега собранные образцы оставьте при комнатной температуре до следующего занятия. В день сбора образцов снега следует приготовить к следующему занятию складчатые фильтры, плоскодонные колбы и химические воронки. Каждый складчатый фильтр взвесьте на аналитических весах. Вес бумажного фильтра и номер пробы запишите на краю фильтра карандашом. Параллельно пронумеруйте плоскодонные колбы в соответствии с номерами проб.

4. Во время отбора проб снега определите концентрацию окиси углерода, используя газоанализатор «Элан». Работа прибора основана на изменении электропроводности раствора серной кислоты при пропускании анализируемого воздуха через электролитическую ячейку.

Определение запыленности территории

1. После того как снег растаял, отфильтруйте его через предварительно взвешенный складчатый фильтр. Измерьте объем талого снега каждой пробы.
2. Бумажные фильтры поместите в сушильный шкаф, нагретый до температуры 60-80°С, или оставьте при комнатной температуре до следующего занятия.
3. После высушивания фильтры взвесьте и определите массу осадка. Поскольку объем талого снега во всех образцах разный, то для того, чтобы можно было провести сравнительную оценку запыленности территории, каждую величину пересчитайте на 1 л (кг) талого снега:

Количество пыли на 1кг снега = масса осадка х1000 / объем талого снега

Определение pH талого снега

В работе используют индикаторную бумагу (интервал pH 1—14) или pH-метр; pH талого снега можно определить во время фильтрования.

Качественное определение ионов хлора

Метод основан на осаждении хлорида серебра:

$$AgNO_3 + Cl^- = AgCl\downarrow + NO^-,$$

В пробирку налейте 5 мл пробы профильтрованного талого снега и добавьте 3 капли 10%-ного раствора азотнокислого серебра. Примерное содержание хлор-иона определите по внешнему виду осадка:
— опалесцирующий (слабая муть) — содержание Cl^- 1—10 мг/л;
— сильная муть — содержание Cl^- 10—50 мг/л;
— хлопья, осаждающиеся не сразу, — содержание Cl^- 50—100 мг/л;
— белый объемный осадок — содержание Cl^- более 100 мг/л.

Определение общей жесткости в пробах снега

(методику определения см. выше в разделе «Оценка экологического качества воды»).

Все результаты занесите в таблицу 2.1:

Таблица 2.1.

№ пробы	Объем талого снега, мл	Масса пыли, г		Жесткость талого снега, мг-экв/л	Содержание ионов хлора, мг/л	Содержание CO, мг/м^3
		в пробе	в 1л			

В выводах по проведенной работе должно быть отражено:

1) определение наибольшего экологического риска в одной из точек исследования;

2) объяснение, откуда появилось загрязнение ионами кальция и магния, ионами хлора в том или ином пункте отбора проб

3) выявление наиболее экологически благоприятных зон.

Исследование токсичности снега с помощью биотестирования

Оборудование: семена какого-либо вида растений (например, кресс-салата) со всхожестью не менее 70% (методика определения всхожести семян описана в Приложении), чашки Петри, фильтровальная бумага, пробы снега, дистиллированная вода.

Ход работы.

1. Отберите пробы снега из разных участков города: близ автомагистралей, с тротуара тихой улицы, в парке и т.п. Принесите снег в помещение и растопите его.
2. На дно чашек Петри настелите 2-3 слоя фильтровальной бумаги и разложите по 50-100 семян кресс-салата.
3. Фильтровальную бумагу в чашках увлажните 5 мл талой воды. На поверхность семян настелите еще один слой фильтровальной

бумаги, смоченной той же водой, чашки закройте и поставьте на проращивание (методика проращивания подробно описана в Приложении). Не забудьте подписать чашки, указав, откуда взята проба.

4. В качестве контроля используйте дистиллированную воду.
5. По окончании проращивания оцените следующие показатели: а) всхожесть семян, б) длину проростков. Полученные данные занесите в таблицу 2.2.

Таблица 2.2.

Всхожесть семян в % (или средняя длина проростков в мм)

Проба снега	Всхожесть семян, %	Средняя длина проростков, мм
Тротуар оживленной улицы		
Тротуар тихой улицы		
Двор		
Парк		
Дистиллированная вода		

6. Сделайте вывод о той или иной степени токсичности снега в разных участках города.

Анализ пылевого загрязнения атмосферы

Присутствие в воздухе твердых частиц является важной характеристикой чистоты воздуха. Хорошо улавливается пыль липкой поверхностью, а если она будет прозрачной, то при подсчете пылевых частиц можно использовать микроскоп. С помощью математических методов можно вычислить количество пыли, осаждающейся на 1 $м^2$ в течение часа.

Оборудование: ловушки с липкой поверхностью, картонный прямоугольник (15х20см) с круглым отверстием в центре (диаметр 4 см), заклеенным липкой лентой, и шнурком для закрепления или предметные стекла, намазанные в центре вазелином (диаметр 2 см), лупы, микроскопы.

Способ 1.

Ход работы (по Дядюн Т.В., «Биология в школе», №3, 2000г).

1. Опишите место сбора данных, отметьте время.
2. Укрепите «ловушку» на высоте 1,5 м от земли.

3. С помощью микроскопа или лупы подсчитайте количество пылевых частиц на каждой «ловушке» (для быстроты подсчета можно разделить липкий участок на 4 части, подсчитать в одной и умножить на 4).
4. Вычислите средний показатель по группе.
5. Заполните таблицу 2.3.

Таблица 2.3.

Загрязнение воздуха твердыми частицами

Участок помещения	Количество пылевых частиц
Коридор	
Аудитория	
Вестибюль	
Лестница	

6. Сравните участки по степени загрязненности пылевыми частицами и определите места с наибольшей и наименьшей загрязненностью.
7. Предложите способы защиты от пылевого загрязнения.

Способ 2 (по Мансурова С.Е., Кокуева Н.Г.,2001).

Ход работы.

1. Соберите листья растений в разных местах: около оживленной автодороги, в парке, во дворе жилого дома и т.д.
2. Накройте лицевую сторону листа липкой лентой, затем аккуратно снимите ее с листа и приклейте к листу белой бумаги.
3. Рассмотрите и сосчитайте число твердых частиц на листьях из разных мест. Классифицируйте твердые частицы по величине.
4. Заполните таблицу 2.4.

Таблица 2.4.

Твердые частицы загрязнения воздуха

Размер частиц	Число частиц			
	на автодороге	в парке	во дворе дома	на автомагистрали
Более 1 мм				
Менее 1 мм				
Общее число частиц				

5. Проанализируйте результаты. Выясните взаимосвязь между качеством воздуха (суммарное количество пыли, число твердых частиц) и местонахождением растений.

Способ 3 (по Федорова, Никольская, 2001).

Ход работы.

1. Листья одного вида тополя, наиболее распространенного в городе, отберите с высоты 1,5-3 м (высота слоя воздуха, вдыхаемого человеком) с помощью садового секатора в 10-15-кратной повторности. Листья поместите в пакеты из кальки, избегая стряхивания пыли, и доставьте в лабораторию.
2. В лабораторных условиях на торзионных или аналитических весах взвесьте кусочек сухой ваты (до 0,001г).
3. Лист тополя тщательно оботрите этой ваткой с 2-х сторон, после чего ватку взвесьте повторно.
4. Массу пыли (P) рассчитайте как разницу между вторым и первым взвешиванием ($P = P_2 – P_1$).
5. Площадь листа рассчитайте путем обмера листовых пластинок вдоль (a) и поперек (b) и умножьте на переводной коэффициент (k):

$$S = a \times b \times k.$$

Коэффициент колеблется для различных видов тополей от 0,60 до 0,66.

6. Рассчитайте массу пыли:

$$m = P/S \text{ мг/см}^2, \text{ где}$$

m – масса пыли на 1 см ^{2} листа.

7. Данные занесите в таблицу.

Таблица 2.5.

Местообитание	P_1(г)	P_2(г)	P(г)	S($см^2$)	M (г/$см^2$)
Возле дороги 1 лист 2 лист … среднее значение					
Во дворе 1 лист 2 лист … среднее значение					
В парке 1 лист 2 лист … среднее значение					

8. Сделайте выводы.

Воздействие транспортных выбросов на семена высших растений

Среди многочисленных загрязнителей особое место занимают тяжелые металлы. Эта группа веществ обладает большим сродством к физиологически важным органическим соединениям и способна их инактивировать. Их избыточное поступление в организм нарушает процесс метаболизма, тормозит рост и развитие. Загрязнение тяжелыми металлами происходит при внесении избыточного количества удобрений, вместе с выбросами промышленных предприятий. Особенно сильно загрязнены тяжелыми металлами территории, прилегающие к автомобильным дорогам.

В то же время, большинство тяжелых металлов в малых количествах являются микроэлементами (например, Mn, Zn, Cu, Co, Mo), большая физиологическая значимость которых научно доказана и используется в практике сельского хозяйства и медицины.

Оборудование: Пробы почвы, семена высших растений с высокой степенью всхожести (методика проверки всхожести семян описана в Приложении), плоскодонные колбы на 100 мл, чашки Петри или фотокюветы, фильтровальная бумага, ножницы, технические весы, карандаш по стеклу.

Отбор проб. Отбор проб осуществляется на глубину 0-5 см ножом, ложкой, лопатой. Выбранную площадку расчищают от опада (при его наличии), составляют смешанный образец из 5-6 почвенных монолитов размером 5х5х5см и помещают его в заранее подготовленные стерильные мешочки. В каждый мешочек вкладывают этикетку, написанную карандашом, где указывают номер образца, характеристику участка и дату отбора.

Отбор проб производится на следующих площадках:

1. Трамвайные пути
2. Газон вдоль автомобильной дороги
3. Газон в 5 м от автомобильной дороги
4. Газон в 10 м от автомобильной дороги
5. Газон вдали от автомобильной дороги

Ход работы.

1. Приготовьте почвенные вытяжки: 1 весовую часть воздушно-сухой просеянной почвы взболтайте с 4 частями дистиллированной воды в течение 5 минут и фильтруйте на складчатом фильтре. Фильтрат должен быть прозрачным.
2. На дно фотокюветы или чашки Петри настелите 1-3 слоя фильтровальной бумаги и разложите по 25-50 семян 3-5 видов растений.
3. Фильтровальную бумагу в чашках увлажните 5 мл раствора из соответствующих колб, чашки пронумеруйте. На поверхность семян настелите еще один слой фильтровальной бумаги.
4. Контролем служит дистиллированная или водопроводная вода. Чашки закройте для предотвращения быстрого высыхания и поставьте на проращивание.
5. По окончании проращивания оцените всхожесть семян (методика определения всхожести семян описана в Приложении 1) и длину проростков в каждом варианте. Полученные данные занесите в таблицу 2.6. На основании табличного материала постройте график. Сделайте выводы.

Таблица 2.6.

Местообитание	Пшеница		Овес		Горох	
	всхожесть семян,%	длина проростков,см	всхожесть семян,%	длина проростков,см	всхожесть семян,%	длина проростков,см
1						
2						
3						
4						
5						
Контроль						

Определение степени поражения и омертвления тканей листа при антропогенном загрязнении воздушной среды

(по Федорова, Никольская, 2001)

Ткани листьев древесных растений, поврежденные в результате антропогенного загрязнения воздушной среды, выбывают из процесса фотосинтеза и перестают выполнять свои основные функции: синтеза органических веществ, выделения кислорода и фитонцидов. Ослабляется их пылезадерживающая роль, т.к. основная масса пыли оседает на слегка влажной поверхности живых листьев.

Эффективность фотосинтеза в значительной мере зависит от площади листовой поверхности. Визуальные методы оценки площади листьев и процента повреждений листовой ткани имеют малую точность. Предлагаемые методы оценки дают более точное определение пораженной и мертвой ткани, т.к. желтеющая ткань, определенная визуально как живая, может быть оценена как мертвая диагностическими методами.

Для проведения работы необходимо 10-20 листьев с каждой точки отбора проб и полная характеристика места взятия образца (например, крона дерева направлена в сторону дороги или в противоположную сторону, первый ряд, второй, третий от дороги и т.д.).

Определение степени поражения листа по проценту пораженной ткани

Оборудование: весы торзионные, линейки, листы кальки.
Ход работы.

1. Собранные листья расправьте и положите на квадрат кальки, у которого длина (L) и ширина (A) соответствуют размерам листа. Рассчитайте площадь квадрата ($S_{кв}$)
$$S_{кв} = L \times A$$
2. Кальку взвесьте ($P_{кв}$), лист очертите, по контурам на кальке вырежьте его силуэт. Эту часть кальки тоже взвесьте ($P_{л}$).
3. Определите площадь листа ($S_{л}$):
$$S_{л} = P_{л} \times S_{кв} / P_{кв}$$
4. Контуры листа на кальке совместите с листом и очертите все поврежденные участки, вырежьте их, взвесьте кальку ($P_{повр}$).
5. Вычислите процент поврежденной ткани:
$$S_{повр} = \frac{S_{л} \times P_{повр} \times 100}{P_{листа}}$$
6. Сформулируйте выводы.

Диагностика живых и мертвых тканей

Оборудование: микроскопы, чашки Петри, бритвы, препаровальные иглы, 0,2 н раствор соляной кислоты, теплая вода, раствор метиленового голубого (100 мг/л) в 2,5%-ном KH_2PO_4 или акридиновый оранжевый (200 мг/л).
Ход работы.

1. Листья выдержите 20-30 минут в теплой воде ($35\text{-}37^0$) для размягчения ткани, затем поместите на 20 минут в 0,2 н раствор соляной кислоты. Мертвые и поврежденные участки побуреют в результате свободного проникновения кислоты в пораженные клетки и феофитинизации хлорофилла.

2. Метод окрашивания. Приготовьте срезы разных частей листа, поместите в каплю метиленового голубого в KH_2PO_4. Через несколько минут раствор окрашивает мертвые и нежизнеспособные клетки в синий цвет. Живые клетки окрашиваются значительно медленнее. При окрашивании акридиновым оранжевым через 5-10 минут живые клетки флуоресцируют зелено-желтым светом, а поврежденные и мертвые – оранжево-красным.

Оценка повреждения растительности озоном

У всех на слуху проблема озоновых дыр, которые лишают нас защиты от опасного избыточного ультрафиолета Солнца. Восприятие этой проблемы со временем несколько притупилось, но на ее фоне совсем невинной выглядит влияние на наше здоровье другого озона, в приземном воздухе, которым мы дышим. Осознание опасности приземного озона, условий его возникновения и путей защиты давно стало предметом заботы общественности и правительств промышленно развитых стран. Резкий рост числа автомобилей в городах уже привел к превышению допустимых концентраций приземного озона в 2-3 раза.

Приземный возникает в результате химических реакций между окислами азота (NO_x) и летучими органическими соединениями (ЛОС) в присутствии солнечного излучения. Выбросы промышленных предприятий и тепловых электростанций, выхлоп автотранспорта, бензиновые пары и химические растворители являются основными источниками NO_x и ЛОС.

Вдыхание озона может вызвать целый ряд проблем со здоровьем, включая боль в груди, кашель, раздражение в горле, покраснение тела. Оно может ухудшить состояние больных бронхитом, эмфиземой и астмой. "Вредный" озон может ухудшить работу легких и привести к их воспалению.

Приземный озон повреждает также растительность и экосистемы. Это приводит к ухудшению выживаемости саженцев деревьев, повышенной восприимчивости растений к стрессам (таким как плохая погода), болезням, росту числа вредителей и другим. В США, где хорошо считают деньги, приземный озон ответственен за потери урожаев до 500 миллионов долларов в год. У нас это никто не считает. Приземный озон повреждает листву деревьев и других растений, ухудшая ландшафты, леса, парки и места отдыха.

Загрязнение озоном, в отличие загрязнения фторидами или диоксидами серы, не оставляет элементов в поврежденных тканях, которые можно обнаружить аналитическими методами. Загрязнение

озоном можно определить только по видимым повреждениям хвои и листьев.

Вызванные озоном видимые повреждения чаще всего встречаются у чувствительных культурных растений, и лишь изредка на иглах хвойных или листьях широколиственных видов растений. Следовательно, появление видимых повреждений, вызываемых озоном, в настоящее время не достаточно, для того чтобы оценить возможные повреждения озоном. Однако, с помощью световой и электронной микроскопии, цифровых фотоаппаратов и фотоанализирующих программ можно обнаружить реакцию на озон.

Оборудование: 10х ручная линза для близкого осмотра листьев растений на предмет обнаружения повреждения озоном; рамка 20х20 см, разделенная на 100 квадратов для оценки лиственных видов; справочные фотографии, чтобы помочь в идентификации симптомов известных чувствительных видов; небольшая гербарная сетка, чтобы сохранить поврежденные озоном листья; бумажные пакеты для отбора проб хвои (если пробы обрабатываются в течение 3-5 дней); пробирки с фиксатором (если необходимо длительное хранение проб); пинцеты; холодные боксы (приблизительно +7ºС); бланки для полевых данных

Критерий отбора видов растений для анализа:

1. Для оценки выбираются деревья, являющиеся эдификаторами и/или доминантами.
2. Из наземной растительности выбираются 3 вида. Растения должны быть чувствительны к данному виду загрязнения (устанавливается по литературным источникам) и быть достаточно широко распространены.

Ход работы.

Для хвойных деревьев и кустарников

1. На выбранном участке проведите отбор проб: с каждого дерева срежьте несколько ветвей (как можно меньшего размера, но имеющих, по крайней мере, хвою первого и второго года) с освещенной части верхней трети кроны.
2. Собранную хвою рассмотрите при полном солнечном свете, учитывая следующие особенности:
   - Хлоротическая пятнистость хвои является наиболее распространенным признаком хронического воздействия озона на

хвойные породы. Эта пятнистость выглядит, как рассеянные желтые участки без четких границ между зелеными и желтыми зонами;

- Хлоротическая пятнистость часто появляется только на хвое старших возрастов (второго года и старше);
- Пятнистость сильнее выражена на освещенных частях хвои, чем на затененных;
- Пятнистость легче наблюдать, если несколько хвоинок размещены вплотную друг к другу;
- В случаях особо сильного воздействия озона возможен некроз кончиков хвои, а также сильной хлоротической пятнистости. Сухой кончик хвои может быть потерян и тогда повреждение озоном выглядит как повреждение насекомыми.

3. Оцените хлоротическую пятнистость для каждого возраста хвои по предлагаемой шкале (особое внимание следует уделять хвое второго года):

Таблица 2.7.

Баллы	Характер повреждений	Количественная оценка повреждений
0	Хлоротические пятна отсутствуют	Нет повреждения
1	Хлоротических пятен мало.	Повреждено менее 25 % хвои (как среднее для всей хвои в мутовке)
2	Встречаемость хлоротических пятен средняя	Повреждено 25%- 75 % хвои.
3	Встречаемость хлоротических пятен очень высокая	Повреждено более 75 % хвои.

4. Полученные данные занесите в таблицу 2.8.:

Таблица 2.8.

		1веточка	2веточка	3веточка	4веточка	Среднее значение
1 дерево	Хвоя 1го года					
	Хвоя 2го года					
2 дерево	Хвоя 1го года					
	Хвоя 2го года					
…						

Конечное значение повреждения для отдельного дерева на участке будет средней величиной для хвои каждого года, а для участка – средней величиной повреждений всех деревьев. Конечное значение повреждения должно быть представлено для хвои каждого возраста; так, вид будет иметь одно значение для хвои 1-го года, другое для 2-го года, т.д.

5. Сформулируйте выводы.

Для лиственных видов деревьев, кустарников и травянистых растений

1. На выбранном участке проведите отбор проб: обрежьте четыре ветви (как можно меньшего размера) с каждого дерева с освещенной части верхней трети кроны. Для оценки используйте жесткую рамку 20 х 20 см, разделенную на 100 квадратов.
2. При полном солнечном свете рассмотрите листья на предмет повреждения озоном, учитывая следующие особенности:

- Повреждения озоном следует искать на распустившихся листьях, полностью освещенных солнцем. Листья среднего возраста и более старые повреждаются сильнее; молодые листья будут иметь небольшие повреждения или вовсе не будут повреждены;
- Повреждение озоном обычно не заметно на нижней стороне листа. Чаще всего симптомы появляются на верхней поверхности листа, на начальных стадиях повреждение проявляется в виде очень маленьких багрово-красных или желтых плохо разделенных, впоследствие черных пятен (зернистость) между главными жилками;
- Ближе к концу вегетации зернистость может быть связана с пожелтением листа или преждевременным старением;
- Повреждения сначала появляются на старых листьях;
- Затененные листья (т.е., если два листа частично перекрываются) не имеют видимых повреждений.

3. Оцените степень повреждения листа с помощью рамки 20 х 20 см, разделенную на 100 квадратов. Повреждения выражаются количеством квадратов с симптомами, похожими на повреждения озоном, на верхней стороне листа. Поскольку имеется 100 квадратов, величину повреждения можно выражать в процентах. Рамкой накрывают ветвь, стараясь не сдвигать и не удалять ни один лист.
4. Оцените повреждения с помощью следующей шкалы:

Таблица 2.9.

Баллы	Количественная оценка повреждений	Описание

0	0 квадратов.	Нет повреждения
1	0-25 квадратов с повреждениями	Низкая степень повреждения озоном
2	25-75 квадратов с повреждениями	Средняя степень повреждения
3	75-100 квадратов с повреждениями	Сильное повреждение

Оценивать следует с помощью четырех рамок на одно дерево (одной рамки на небольшой кустарник или травянистое растение). Конечное значение повреждения для дерева на участке должно быть средней величиной всех рамок, а для участка - средней величиной значений повреждений всех деревьев этого вида на участке.

5. Полученные данные занесите в таблицу 1.10.:

Таблица 2.10.

Вид растения	Баллы (средняя величина значений для каждого вида)

6. Сформулируйте выводы.

Оценка содержания углекислого газа в помещении

Углекислый газ является составным ингредиентом атмосферного воздуха. Концентрация углекислого газа в атмосферном воздухе вне зоны загрязнения в среднем равняется 0,03% по объему или 0,046% по весу, что равно при нормальных условиях 591 мг/м^3.

Повышение уровня углекислого газа в воздухе ведет к раздражению дыхательного центра. А длительное вдыхание воздуха с повышенным (8-10%) содержанием углекислоты приводит к перераздражению дыхательного центра и смерти от паралича последнего. Человек более чувствителен к избытку углекислого газа, чем животное. Уже при содержании CO_2 в воздухе в количестве 3% дыхание заметно ускоряется и углубляется; при 4% появляется ощущение сдавливания головы, головная

боль, шум в ушах, психическое возбуждение, сердцебиение, замедление пульса и повышение давления, реже рвота и обмороки. Дальнейшее повышение уровня CO_2 до 8-10% сопровождается нарастанием выраженности всех симптомов.

В гигиеническом отношении содержание CO_2 является важным показателем, по которому судят о степени чистоты воздуха в жилых и общественных зданиях. Углекислый газ выделяется в процессе дыхания людей и скопление его в больших количествах в воздухе закрытых помещений указывает на санитарное неблагополучие этого помещения (скученность людей, недостаточная вентиляция).

Допустимой концентрацией углекислого газа воздуха считается 0,07 – 0,1%. Последняя величина принята в качестве расчетной при определении объема потребной вентиляции и эффективности вентиляции в жилых и общественных зданиях.

Оборудование: шприц (20 мл), колба, 0,005% раствор соды, фенолфталеин.
Ход работы.

1. В шприц объемом 20 мл наберите 5 мл 0,005% раствора соды с фенолфталеином, имеющего розовую окраску, затем наберите 15 мл воздуха и встряхивайте в течение минуты. Если не произошло обесцвечивания раствора, воздух из шприца осторожно выжмите, оставив в нем раствор, вновь наберите порцию воздуха и встряхивайте еще 1 минуту. Эту процедуру повторяют до обесцвечивания раствора, каждый раз встряхивая шприц в течение 1 минуты.
2. Подсчитав общий объем воздуха, прошедшего через шприц, по таблице 2.6 определите концентрацию углекислого газа в воздухе, сравните с ПДК, сформулируйте выводы.

Таблица 2.11.

Зависимость содержания CO_2 в воздухе
от объема воздуха, обесцвечивающего 5 мл 0,005% раствора соды

Объем воздуха, мл	Концентрация CO_2,%	Объем воздуха, мл	Концентрация CO_2,%
20	3,2		
40	2,08	85	1,12
50	1,82	90	1,04
60	1,56	95	0,96
65	1,44	100	0.86
70	1,36	105	0,8
75	1,28	110	0,7
80	1,2	115	0,56

Оценка загрязнения воздуха по состоянию сосны

Показателем комплексного загрязнения воздушной среды может служить сосна, которая очень чувствительна к изменению условий окружающей среды. Сравнение сосняков, находящихся на разном расстоянии от источника загрязнения продемонстрировало картину постепенного усыхания деревьев. В ближайшей к источнику загрязнения зоне сосны имеют изреженные и суховершинные кроны, пожелтевшую хвою, т.е. все признаки деградации хвойных культур, ставшие хрестоматийными.

Ход работы.

1. В разных районах города выберите по 10 сосен и внимательно осмотрите их. Сосны должны относиться к одной возрастной группе.
2. Глазомерно измерьте высоту сосен, с помощью сантиметра – окружность сосен. Вычислите среднее значение. Данные занесите в таблицу 2.7.
3. Измерьте длину хвои и вычислите среднее значение.
4. Определите класс повреждения и усыхания хвои, пользуясь следующей оценочной схемой:

Классы повреждения хвои:

1 – хвоинки без пятен;

2 – хвоинки с небольшим количеством мелких пятен;

3 – Хвоинки с многочисленными черными и желтыми пятнами, мелкими и крупными.

Классы усыхания хвои:

1 – нет сухих участков;

2 – усохли кончики хвоинок на 2-5 мм;

3 – усохла треть длины хвоинок;

4 – вся хвоинка желтая или более половины ее сухая.

Все данные занесите в таблицу 2.12.

Таблица 2.12.

Состояние сосны на участках разной степени загрязненности

Место отбора проб	Средняя высота, м	Средняя окружность, см	Средняя длина хвоинок, мм	Класс повреждения хвои	Класс усыхания хвои
1					
2					
3					
4					

5. По состоянию сосны сделайте вывод о степени загрязнения разных участков города.

Оценка влияния крупных автомагистралей на состояние растительного покрова

(по Голубкина, Шамина, 2003)

Загрязнение окружающей среды в результате использования автотранспорта особенно ощутимо в крупных городах. В почвах придорожных зон наиболее интенсивно накапливаются валовые и подвижные формы свинца, цинка, серебра и в меньшей степени меди, олова, хрома, никеля, молибдена, кобальта, марганца, железа. Выявлены две зоны аккумуляции транспортного загрязнения в почвах. Первая обычно расположена в непосредственной близости от автодороги, на расстоянии до 15—20 м, а вторая — на удалении 20—100 м. Преимущественное накопление микроэлементов происходит в верхней части корнеобитаемого слоя почв.

Механические барьеры (здания, кустарники, деревья) уменьшают дальность переноса аэрозолей соли, резко увеличивая их концентрацию в непосредственной близости от дорог. Открытые пространства, наоборот, способствуют более дальнему переносу. Концентрация хлористого натрия в снеговой воде в десятиметровой зоне около дорог может достигать 1300-1900 мг/л, тогда как на фоновых участках не превышает 1—2мг/л.

Негативное влияние автотранспорта на окружающую среду можно оценить по состоянию растительного покрова.

В крупных городах, как известно, наиболее неприхотливым придорожным растением является одуванчик. В большинстве случаев тяжелые металлы угнетают рост растений, приводя к возникновению уродливых форм, снижая высоту растений. Учитывая данные накопления тяжелых металлов в почве вблизи автомагистралей, можно охарактеризовать растительный покров на примере одуванчиков на расстоянии 0,5; 1; 5; 10; 15; 20; 30; 50; 100; 150 м от дороги.

Оборудование: одуванчики, весы с разновесами, линейка, центрифуга.
Ход работы.

1. Из каждой выбранной точки на определенном расстоянии от автомагистрали соберите не менее 10 растений одуванчиков. Каждое растение срежьте под корень, заверните в мокрую бумагу и поместите в полиэтиленовый пакет - один для каждой точки. В каждом пакете должно находиться, таким образом, 10 растений и этикетка с указанием места отбора проб.

2. Взвесьте каждое растение, измерьте длину листьев, зарисуйте уродливые формы и рассчитайте их количество в процентном отношении.
3. Определите содержание хлорофиллов, которое устанавливают по величине поглощения спиртового экстракта листьев при длине волны 665 нм.

Навеску листьев — около 0,8-1,0 г – разотрите в маленькой ступке с 5 мл дистиллированной воды, перенесите в центрифужные пробирки и центрифугируйте в течение 5 мин. при 3000g. Измерьте величину поглощения света на фотоколориметре или спектрофотометре при длине волны 665 нм. Содержание хлорофиллов рассчитайте по формуле:

$$\text{Хлорофиллы, мг/г} = (D_{665} \times 0{,}085 \times 5) / 0{,}51 \times a, \text{ где}$$

D_{665} – величина поглощения исследуемого раствора при 665 нм; 0,085 — количество хлорофилла в стандартном растворе, мг/мл; 5 — объем экстракта, мл; 0,51 — величина поглощения стандартного раствора хлорофилла; а – навеска листьев, г.

4. Полученные результаты работы занесите в таблицу 2.13.

Таблица 2.13.

№ пробы	Расстояние от дороги, м	Средняя масса растения, г	Доля уродливых форм, %	Высота растения, см	Содержание хлорофилла, мг/г

5. По проделанной работе сформулируйте выводы, которые должны содержать зависимость массы растений, длины листьев, доли уродливых форм, содержания хлорофилла в растениях в зависимости от расстояния до дороги.

Изучение кислотности осадков с помощью семян различных культур

Кислотность среды (водной и наземной) оказывает сильное влияние на распространение и численность живых организмов. В настоящее время идет процесс подкисления почвы за счет выпадения кислотных дождей.

При сжигании любого ископаемого топлива (угля, горючего сланца, мазута) в составе выделяющихся газов содержатся диоксиды серы и азота.

Выбрасываемые в атмосферу, они превращают выпадающие дожди в слабый раствор кислот.

Дождевая вода должна иметь нейтральную реакцию, т.е. pH=7. Но даже в самом чистом воздухе всегда есть диоксид углерода, и дождевая вода чуть подкисляется (pH=5,6-5,7). А, вобрав кислоты, образующиеся из диоксидов серы и азота, становится заметно кислой. Мировой рекорд принадлежит шотландскому городку Питлокри, где 20 апреля 1974 года выпал дождь с pH=2,4 – это уже не вода, а что-то вроде столового уксуса.

Кислотность среды либо непосредственно воздействует на активность ферментов живых организмов, состояние цитоплазмы клеток, интенсивность осморегуляции и другие показатели, либо действует опосредовано через изменение доступности биогенных элементов, концентрации токсических соединений и т.д. Значит, она оказывает влияние не только на растущие деревья, но и на прорастание семян. Возможен вариант, когда семенное размножение будет невозможно. Характер и степень влияния pH среды на организмы можно установить экспериментальным путем.

Оборудование: семена различных культур с всхожестью не менее 70% (методика проверки всхожести семян описана в Приложении 1), чашки Петри, фильтровальная бумага, pH-метр (можно использовать универсальную индикаторную бумагу), ножницы, кислота (HCl или H_2SO_4) и щелочь (NaOH или KOH), плоскодонные колбы емкостью 100 мл, стеклянный стакан.

Ход работы.

1. Оставьте стакан или банку под открытым небом во время дождя.
2. Определите реакцию среды дождевой воды с помощью индикаторной бумаги или pH-метра.
3. На дно чашки Петри настелите 1 слой фильтровальной бумаги и разложите по 25-50 семян 3-5 видов растений.
4. Фильтровальную бумагу в чашках увлажните 5 мл дождевой воды. На поверхность семян настелите еще один слой бумаги, смоченной в том же растворе. Опыт проводите в трех повторностях.
5. С помощью кислоты, щелочи и воды приготовьте растворы со значениями pH воды 3,4,5,8.9,10. Семена увлажните приготовленными растворами (см. п.4)
6. Семена в контрольных чашках смочите дистиллированной водой.
7. Чашки закройте для предотвращения быстрого высыхания и поставьте на проращивание.
8. По окончании проращивания оцените всхожесть семян и длину проростков в каждом варианте. Всхожесть семян определяют по формуле:

$$В= (а/в) х100\%,$$

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/

Дата	Время работы запрещающего сигнала светофора, мин.	Число автомобилей по группам								Длина очереди автотранспорта (м)
		Легковые	Легковые дизельные	ГК < 3, МА	ГК ≥ 3	АК	гд	АД	ГГБ	
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

Значения коэффициентов, учитывающих изменения количества выбрасываемых вредных веществ в зависимости от скорости движения

Таблица 2.18.

	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	II	6,3	0,075	1,0	-	0,02	0,0015	0,0047	$4,0 \cdot 10^{-6}$

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
микроавтобусы									
Грузовые карбюраторные с грузоподъемностью более 3 т (в том числе работающие на сжиженном нефтяном газе)	III	18,4	0,2	2,96	-	0,028	0,006	0,0075	$4,4 \cdot 10^{-6}$
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:

$$\frac{m_1 - m_2 \times 100\%}{m_1}$$

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		
	0-5		
	5-10		

50 м от дороги	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,	Слизни	Мокрицы

Dolichopodidae		
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 4-5. 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-кисличник	Кислица заячья, папоротники, зеленые мхи	3-5
7. Сосново-ельник-черничник	Черника, брусника, кислица, папоротники, зеленые мхи	3-5
8.Сосняк лишайниковый	Кошачья лапка, ястребинка волосистая, кладонии	более 10
9. Сосняк брусничный	Брусника, зеленые мхи	3-5
10. Сосняк-черничник	Черника, кислица, зеленые мхи	до 2 м
11. Сосняк орляковый	Орляк, кислица, майник двулистный	1-3
12. Сосняк долгомошный	Голубика, черника, мох политрихум	0,5-1
13. Сосняк сфагновый	Багульник, кассандра, сфагнум	0-0.2

4. Растения — индикаторы кислотности почв

Кислотность - одно из характерных свойств почвы лесной зоны. Повышенная кислотность отрицательно сказывается на росте и развитии ряда видов растений. Это происходит из-за появления в кислых почвах вредных для растений веществ, например растворимого алюминия или избытка марганца. Они нарушают углеводный и белковый обмен в

растениях, задерживают образование генеративных органов и приводят к нарушению семенного размножения, а иногда вызывают гибель растений.

Повышенная кислотность почв подавляет жизнедеятельность почвенных бактерий, участвующих в разложении органики и высвобождении питательных веществ, необходимых растениям.

В лабораторных условиях кислотность почв можно определить с помощью универсальной индикаторной бумаги, набора Алямовского, pH-метра, а в полевых условиях - при помощи растений-индикаторов. В процессе эволюции сформировались три группы растений: ацидофилы - растения кислых почв, нейтрофилы - обитатели нейтральных почв, базифилы растут на щелочных почвах. Зная растения каждой группы, в полевых условиях можно приблизительно определить кислотность почвы (табл.3.15).

Таблица 3.15.

Растения индикаторы кислотности почв
(по Л. Г. Раменскому и др., 1956)

Группа	Биоиндикатор	pH почвы
1. Ацидофилы		3,0—4,5
1.1. Крайние ацидофилы	Сфагнум, зеленые мхи: гилокоми- ум, дикранум, плаун булавовидный, плаун годичный, плаун сплюснутый, ожика волосистая, пушица влагалищная, подбел многолистный. кошачьи лапки, кассандра, цетрария, белоус, щучка дернистая, хвощ полевой, щавелек малый.	
1.2.Умеренные ацидофилы	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,	5,0—6,7

1.4. Ацидофильно-нейтральные	вероника длиннолистная, горец змеиный, орляк, иван-да-марья, кисличка заячья. 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,	6,0—7.3
2.2. Нейтрально-базифильные	мятлик луговой. Мать-и-мачеха, пупавка красильная, люцерна серповидная, келерия, осока мохнатая, лядвенец рогатый, гусиная лапка.	6.7—7.8
3. Базифильные	Бузина сибирская, вяз шершавый, бересклет бородавчатый.	7.8—9,0

5. Биодиагностика почвенных микро- и макроэлементов

В результате глобального и регионального антропогенного загрязнения из воздуха и воды, а также при сбросе и захоронении отходов в почву попадают повышенные количества соединений, содержащие катионы металлов, что приводит к увеличению их поступления в организм растений и накоплению в органах и тканях. Повышенное количество микроэлементов и соединений тяжелых металлов вызывает нарушения метаболизма в тканях растений и обусловливает соответствующие признаки избыточного содержания. Полевые исследования дикорастущих форм могут выявить избыток того или иного элемента в почве.

Признаки избыточного содержания химических элементов в почве

Цинк - обесцвечивание и отмирание ткани листьев, молодые листья желтеют, верхушечные почки отмирают, более старые листья могут опадать без увядания, жилки окрашиваются в красный или черный цвет (на ранних стадиях повреждение сходно с недостатком железа). Первые признаки появляются на молодых растениях, при этом поражается все растение.

Медь - хлороз молодых листьев, жилки остаются зелеными.

Марганец - первые признаки появляются на молодых растениях, поражение местное. Ткань некротическая. Хлороз развивается между жилками молодых листьев, превращая их в желтые или беловатые с темно-коричневыми или почти белыми некротическими пятнами, лист искривляется и сморщивается (в этом основное отличие от голодания).

Железо - ткань не некротическая: хлороз развивается между жилками молодых листьев, жилки остаются зелеными, позднее весь лист становится желтым или беловатым, что сходно с голоданием.

Кобальт - у некоторых растений вдоль основных зеленых жилок листа появляются прозрачные, наполненные водой участки; между жилками развивается также некроз: позднее листья становятся коричневыми и опадают.

Фосфор - первые признаки проявляются на взрослых растениях, повреждается все растение. Ткань некротическая, общее пожелтение листьев; желтоватые или коричневые концы и края более старых листьев: появление ярких некротических пятен; опадение листьев, у некоторых растений сходное с калийным голоданием, у других - с избытком азота.

Магний - листья слегка темнеют и немного уменьшаются; иногда наблюдается свертывание и сморщивание молодых листьев, на поздних стадиях роста концы их втянуты и отмирают.

Калий - ткань не некротическая: на ранних стадиях слабый рост растений, удлинение междоузлий, светло-зеленая окраска листьев; на поздних стадиях рост замедляется, у листьев появляются пятна, листья вянут и опадают.

Сера - общее огрубление растений, листья маленькие, тускло-зеленые, стебли твердые, позднее листья могут скручиваться внутрь и покрываться наростами, края их становятся коричневыми, затем бледно-желтыми.

Хлор - общее огрубление растений, листья маленькие, тускло-зеленые, стебли твердые, у некоторых растений на более старых листьях появляются пурпурно-коричневые пятна, после чего листья опадают.

Азот аммонийный или нитратный - повреждение местное. Ткань некротическая: хлороз развивается на краях листьев и распространяется между жилками, появляется коричневый некроз, и концы листьев свертываются, затем листья опадают (повреждение у многих растений сходно с голоданием).

Кальций - хлороз развивается между жилками с беловатыми и некротическими пятнами, которые могут быть окрашенными или иметь наполненные водой концентрические кольца; у некоторых растений происходит рост листовых розеток, отмирание побегов и опадение листьев (повреждения сходны с таковыми при недостатке магния и железа).

Бор - хлороз концов и краев листьев, который распространяется внутрь особенно между жилками, пока весь лист не становится бледно-

желтым или беловатым; ожоги краев листьев и некроз с закручиванием краев, опадение листьев.

Экологическая оценка состояния лугов по растительному покрову

Травяная растительность обладает более поверхностной корневой системой по сравнению с древесными породами и поэтому особенно чутко реагирует на изменение физико-химических и биологических свойств верхнего горизонта почв, подстилки.

Для оценки состояния лугов можно использовать следующие количественные признаки: изменение флористического состава, общего проективного покрытия, ценотической значимости видов.

Оборудование: металлическая или деревянная рама 0,5х0,5 $м^2$ или 1х1$м^2$ (можно взять 4 деревянных колышка и натянуть между ними веревку нужной длины); определители растений, блокноты, карандаши.

Ход работы.

1. Выберите место исследования.
2. Сделайте описание места исследования, которое должно включать:
   - географическую привязку к местности;
   - характеристику экологических условий – характер положения в рельефе (склон, его экспозиция, крутизна, равнина, межгорная лощина и т.п.);
   - тип почвы (используйте «мокрый» или «сухой» методы, либо литературные данные);
   - если территория подвержена хозяйственному использованию человеком, нужно обязательно дать характеристику этого влияния по заметным результатам или опросу населения.
3. Оцените общее проективное покрытие методом квадрата.

Квадрат помещают на поверхность почвы и определяют общее проективное покрытие растительности – покрытие растениями поверхности почвы, выраженное в процентах. Если травостой очень густой, то общее проективное покрытие может быть более 100%, так как происходит перекрытие высокими растениями. Эту процедуру повторяют несколько раз, пока не будет охвачена достаточно большая площадь участка, и рассчитывают среднее значение.

4. Поместите квадрат на выбранном участке и определите видовой состав растений, оказавшихся внутри квадрата.
5. Сделайте количественную оценку представленности видов по шести балльной шкале:

+ - 1-2 экземпляра растения на пробной площадке;
1 балл – покрытие растением поверхности почвы не более 5%;
2 балла - покрытие растением поверхности почвы от 6 до 15%;
3 балла - покрытие растением поверхности почвы от 16 до 25%;
4 балла - покрытие растением поверхности почвы от 26 до 50%;
5 баллов - покрытие растением поверхности почвы более 50%.

Чтобы снизить ошибку оценки глазомерного учета, используют следующий прием. Вначале оценивают общее покрытие почвы растениями, далее делят это покрытие между хорошо различающимися на глаз группами: злаками, разнотравьем, бобовыми, мхами и т.д. А уже потом в пределах каждой группы, скажем злаков, покрытие которых составило 40%, разбрасывают его между отдельными видами и переводят в баллы.

6. Определите доминанты (виды, преобладающие по численности), субдоминанты, второстепенные, редкие и малочисленные виды.
7. Соберите и составьте справочный гербарий.
8. Сделайте выводы о состоянии луга.

Определение жизненного состояния леса (охраняемого, парка в городе и т.д.) и прогнозирование его дальнейшего развития

Оборудование: определители растений, блокноты, карандаши, сантиметр.
Ход работы.

1. Выберите место исследования.
2. Сделайте описание места исследования, которое должно включать:
   - географическую привязку к местности;
   - характеристику экологических условий – характер положения в рельефе (склон, его экспозиция, крутизна, равнина, межгорная лощина и т.п.);
   - тип почвы (используйте «мокрый» или «сухой» методы, либо литературные данные);
   - толщину опада, см;
   - если территория подвержена хозяйственному использованию человеком, нужно обязательно дать характеристику этого влияния по заметным результатам или опросу населения.
3. Определите полноту древостоя (покрытие крон). В самом густом лесу она составляет 70-80%, ее принято выражать в долях единицы, т.е. полнота будет записана как 0,7-0,8, а в разреженных лесах полнота может падать до 0,2-0,3.
4. Запишите формулу древостоя. Для этого весь древостой принимается за 10, и в долях от десяти записывают формулу

древостоя. Например, формула 5Ос 5Б означает, что половина деревьев представлена осинами, а другая половина – березами. Если формула 5К 3Д 2Л, то это означает, что на 5 кленов в среднем приходится 3 дуба и 2 липы. Если имеется порода, участие которой менее 10%, то ее присоединяют к формуле через знак «+». Например, формула 7Е 3П+Б означает, что на 7 елей приходится 3 пихты, а также имеется незначительная примесь березы.

5. Опишите первый ярус - среднюю высоту и средний диаметр деревьев первой величины.
6. Опишите видовой состав второго яруса (подлеска) и его среднюю высоту.
7. Сделайте описание третьего (травяного) яруса – общее проективное покрытие, видовой состав, выделите доминанты.
8. Выделите эдификаторы и ассектаторы.

Эдификаторы – виды, в значительной степени создающие среду сообщества за счет своей жизнедеятельности. Большая продолжительность жизни, мощная крона, затенение, химическое действие опада, перехват в почве усвояемого азота и влаги за счет мощных корневых систем – вот механизмы средообразующего воздействия таких эдификаторов как ель, сосна, дуб.

Ассектаторы (соучастники) **–** это виды, в силу своих размеров, массы, особенностей жизненного цикла сравнительно мало влияющие на другие виды и среду.

9. Оцените тропинки по степени уплотнения почвы и по физиономическим признакам (по Смаглюк и др.,1983):

1 категория - тропинки хорошо заметные, на всем их протяжении имеется изреженный травяной покров из видов, характерных для данного типа леса, подстилка уплотнена, участков с обнажением минерального слоя почвы нет (приминание).

2 категория - тропинки, на которых травяной покров встречается спорадически, подстилка измельчена, на отдельных участках обнажен минеральный слой уплотненной почвы (вытаптывание).

3 категория - тропинки, на которых полностью отсутствует травяной покров и подстилка, на всем их протяжении обнажен минеральный слой сильно уплотненной почвы (выбивание).

10. Определите стадию дигрессии лесного сообщества.

Классификация А.И.Тарасова (1986) включает 5 стадий и выглядит следующим образом:

1 - ненарушенная подстилка, видовой состав полностью свойственный изучаемому типу леса, повреждение не более 5% подроста и подлеска;

2 - появившиеся тропинки занимают не более 8% площади;

3 - тропинки занимают около 17% площади, наблюдается изреживание древостоя до 10% и появление луговых трав;

4 - вытаптывание 40% площади участка леса, изреживание древостоя до 50%, задернение площади;
5 - вытоптано до 70% площади леса, сохраняются отдельные больные деревья. При 4-5 стадиях лес уже не способен к восстановлению (в этом случае дигрессия переходит в деградацию).

11. Определите степень рекреационной нагрузки на природный комплекс (по Н.Д.Никитин и Ю.В.Новиков, 1986):

Безопасная нагрузка - та, при которой в природном комплексе не происходит необратимых изменений. Воздействие таких нагрузок приводит природный комплекс ко II стадии дигрессии. Нагрузку, соответствующую II стадии, условно называют “низкой”, т.к. природный комплекс способен выдержать большую нагрузку, не теряя при этом восстановительной силы.

Предельно допустимая рекреационная нагрузка приводит природный комплекс к III стадии дигрессии.

Опасной считается нагрузка, если природный комплекс переходит с III в IV стадию дигрессии, т.е. “перешагивает” границу устойчивости, рекреационные нагрузки считаются опасными.

Критические нагрузки соответствуют IV стадии дигрессии фитоценоза.

Катастрофические нагрузки приводят природный комплекс к V стадии дигрессии, при которой нарушаются связи, как между природными компонентами, так и между их составными частями.

12. Сделайте выводы о жизненном состоянии леса и составьте прогноз его дальнейшего развития.

Тема 4. МОНИТОРИНГ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Возрастающие темпы изменения среды приводят к нарушению взаимосвязи между ней и человеком, снижению адаптационных возможностей организма. Среда обитания может содержать такие вещества, с которыми организм человека в ходе эволюции не сталкивался и поэтому не имеет соответствующих анализаторных систем, сигнализирующих об их наличии. Научиться прогнозировать и предупреждать некоторые негативные последствия таких изменений помогут предлагаемые лабораторные работы.

Изучение индивидуальных различий в восприятии наркотических веществ на примере кофеина

(по Голубкина, Шамина,2003)

Среди наркотических веществ (седативных, стимуляторов и галлюциногенов), пожалуй, самым распространенным среди населения мира, пожалуй, самым распространенным является кофеин. Принято считать, что кофе повышает давление, стимулирует умственную деятельность, положительно влияет на работоспособность. Вот почему во многих зарубежных фирмах кофе сотрудникам предоставляется бесплатно практически в любое время рабочего дня. Привычка потребления кофе, как и любого наркотического вещества, столь сильна, что отказ от кофе требует огромных усилий, хотя «кофеманы» и знают, что потребление кофе вредно для желудка и ухудшает работу сердца.

Однако мало кто обращает внимание на то, что все наркотики, начиная с кофе и заканчивая героином, действуют чрезвычайно индивидуально. Недаром медики подбирают дозы седативных лекарств для каждого пациента индивидуально, понимая, что написанная на упаковке доза является лишь ориентировочной. Важно помнить, что одна и та же доза наркотика (например, героина или гашиша, никотина, водки или кофеина) может вызывать «кайф» у одного и быть смертельной для другого.

На людей разных рас наркотические вещества действуют по-разному. Менее чувствительные к алкоголю европейцы быстрее погибают от морфина, героина и быстро наращивают дозы; у них развиваются грубые психические и физические изменения, теряется связь с реальностью. Представители желтой расы по сравнению с европейцами, устойчивее к действию опия, зато патологически реагируют на алкогольное опьянение и спиваются значительно быстрее. У представителей черной расы опийные препараты вызывают не седативный,

как у европейцев и азиатов, а возбуждающий эффект. У белых седативный эффект быстрее проходит и возникает эффект агрессии.

Даже «безопасное» для новичка количество наркотика при первом приеме может дать непредсказуемую реакцию и оказаться трагическим. Для доказательства индивидуальной восприимчивости к наркотикам предлагается проверить различия в эффекте действия кофеина (чашечки крепкого кофе) на изменение артериального давления.

Ход работы.

1. Обследуемых должно быть не менее 10 человек (желательно по 10 человек юношей и девушек), среди которых могут быть лица, принимавшие ранее наркотические вещества, никогда не пившие кофе, являющиеся курильщиками или некурящими, постоянно пьющие кофе. В каждом обследовании отметьте все эти подробности, а также укажите пол обследуемого.
2. Измерьте артериальное давление у всех обследуемых до приема кофе и далее после чашки крепкого кофе: через 3—5, 10, 15 и 20 мин. Для каждого обследуемого постройте кривую изменения систолического (верхнего) и диастолического (нижнего) давления в результате приема кофеина. Выделите случаи, когда прием кофе снижает или вовсе не изменяет величину артериального давления, когда артериальное давление после приема кофе длительное время не изменяется и когда происходят быстрые изменения систолического и диастолического давления у обследуемых. Определите средние показатели уровня систолического и диастолического давления среди юношей и девушек и величину стандартных отклонений от среднего.
3. Результаты исследования занесите в таблицу 4.1:

Таблица 4.1.

№	Ф.,И.,0.	Пол	Курит	Часто пьет кофе	Артериальное давление				
					до приема кофе, С/Д	после приема кофе, С/Д через			
						3-5 мин	10 мин	15 мин	20 мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Среднее M±SD									

Примечание: столбцы 4—5 заполняют, используя знаки «+» или «-». В столбцах 7—9 указывается абсолютное значение и % от исходного давления.

4. Проведите математическую обработку полученных данных.

а). Определите М – среднее арифметическое полученных значений.

б). Определите SD – стандартные отклонения от значения по формуле:

$$SD = \Sigma\Delta / n,$$

где Δ — абсолютные значения отклонений индивидуальных значений от среднего; n — число обследованных.

Пример расчета (M±SD) для 10 человек (таб. 4.2).

Таблица 4.2.

Порядковый номер обследуемых	Давление систолическое	Δ, абсолютные отклонения от среднего
1	120	12
2	90	18
3	100	8
4	130	22
5	95	13
6	125	17
7	105	3
8	90	18
9	120	12
10	100	9
M=(120+90+100+130+95+125+105+95+120+100):10= =108		SD= (12+18+8+22+13+17+3+- +18+12+9) :10 =13,2

(M±SD) = 108±13,2.

5. Сделайте выводы, в которых должно быть отражено:

1) каков процент лиц среди юношей и девушек, у которых прием кофе не повышает артериальное давление;

2) на кого из обследуемых прием кофе производит наибольший эффект;

3) кому из обследованных прием кофе можно рекомендовать в качестве успокаивающего и снотворного средства.

Изучение шумового загрязнения

(по Голубкина, Шамина, 2003)

Значительную роль в жизни человека, особенно в крупных городах, играет шум. Высокий уровень шума способствует повышению числа психозов, неврозов, болезней органов кровообращения, гастритов, язвенной болезни желудка и обмена веществ.

В среднем 30—40 % городского населения России подвергаются вредному воздействию городских шумов, основным источником которых

является автотранспорт. В крупных городах России, в частности в Москве, эквивалентные уровни шума на магистралях достигают 78—85 дБ, на жилых территориях — 66—72 дБ, в жилых помещениях – 55-63 дБ и выше. В соответствии с принятыми санитарными нормами допустимый шум в жилых помещениях не должен быть более 30 дБ в ночное время и 40 дБ в дневное время.

Шум автотранспортного потока зависит от шума, создаваемого одиночным автомобилем, состава автотранспортного потока (автомобилей различного типа в потоке), интенсивности движения автомобилей, режима движения автомобилей (скорость, ускорение, замедление, равномерное движение), технического состояния автомобилей, характера и состояния дорожного покрытия, рельефа местности, атмосферных условий.

Пути снижения шума:

— оптимизация работы двигателя и модернизация двигателя;
— применение вибропоглощающих слоистых материалов типа «металл — пластик — металл»;
— создание барьеров, которые не должны иметь просветов и отверстий;
— удаление жилых зданий от магистралей;
— применение зеленых насаждений;
— рациональное расположение домов, спальных комнат в квартирах;
— применение перекрытий, стен и окон с хорошей звукоизоляцией.

Из-за большого количества переменных для системных количественных оценок уровня шума, генерируемых автотранспортными средствами, применяют два основных метода испытаний: оценка шума одиночного автомобиля и измерение шума автотранспортного потока.

Оборудование: шумомер, рабочие тетради.

Ход работы.

1. Выберите места измерения уровня шума вне учебного заведения (улицы, перекрестки, скверы, детские площадки и т.п.) и внутри здания. Выбранные пункты занесите в таблицу.
2. Измерьте величину шума в децибелах (дБ) в выбранных пунктах.
3. Проведите сравнение уровня зарегистрированного шума с предельно допустимыми значениями.
4. Полученные результаты занесите в таблицу 4.3.

Таблица 4.3.

№	Характеристика обследуемой территории	Уровень шума, дБ	Предельно допустимый уровень шума, дБ	Доля от предельно допустимого уровня шума
Среднее для улицы				

Среднее для помещения				

5. В выводах сделайте оценку степени шумового загрязнения учебных помещений, столовой, улицы, скверов и дайте рекомендации по снижению интенсивности шума.

Оценка фитонцидной активности растений в опытах с бактериями, простейшими и насекомыми

(по Федорова, Никольская, 2001)

Фитонциды – это продуцируемые растениями бактерицидные, фунгицидные и протистоцидные вещества, являющиеся одним из факторов иммунитета растений, играющие определенную роль во взаимоотношениях организмов в биогеоценозах (Б.П.Токин, 1985). Это явление свойственно всему растительному миру.

С древности люди использовали фитонцидные свойства растений и их частей для очистки воздуха помещений от бактерий и насекомых (разбрасывание пихтовой лапки, развешивание веток березы, раскладывание полыни против блох, натирание открытых частей тела соком пижмы от комаров и др.). Всем известны способы хранения свежего мяса, выпотрошенной рыбы: обертывание тканью, смоченной в кашице чеснока и лука, обертывание листьями крапивы, лопуха, черемши, которые используются как антисептики. Широко применяются вдыхание паров эвкалипта, пихтовой смолы, полоскание горла вытяжками их почек сосны, березы и др.

В данной работе предлагаются методы оценки фитонцидной активности растений по их влиянию на простейших и насекомых.

Оборудование и материалы: микроскоп, предметные и покровные стекла, часовые стекла или предметные с выемкой, пипетки, стаканчики на 100 мл, маленькие ступки с пестиками, свежие листья растений (тополя бальзамического, черемухи, хвойных), сухие листья эвкалипта, календулы, полыни, чабреца, почки сосны для приготовления вытяжек, сенной настой или вытяжка из плодородной почвы, насекомые.

Ход работы.

Проба с простейшими

Способ 1.

1. Приготовьте культуру микроорганизмов (см. Приложение).

2. Приготовьте кашицу или вытяжку из исследуемого материала (см. Приложение).
3. Висячую каплю культуры простейших поместите над часовым стеклом с кашицей или вытяжкой исследуемого материала, чтобы они не соприкасались.
4. Наблюдая в микроскоп отметьте по секундомеру время прекращения движения простейших.
5. Фитонцидную активность, выраженную в единицах, рассчитайте по формуле:

$$A = 100 / T, \text{ где}$$

A – фитонцидная активность, T – время.

6. Укажите картину гибели простейших под влиянием фитонцидов разных растений. Это может быть растворение (лизис), образование вздутий и пузырей, сморщивание, просто прекращение движения и т.д.
7. Сделайте выводы о фитонцидной активности разных растений.

Способ 2.

1. Приготовьте культуру микроорганизмов (см. Приложение).
2. Под стеклянный колпак или в полиэтиленовый пакет поместите в чашке Петри культуру простейших (чашка должна быть открыта) и комнатное растение (например, герань) или свежие ветки сосны, пихты.
3. Отметьте по секундомеру время прекращения движения простейших.
4. Рассчитайте фитонцидную активность и сделайте выводы.

Проба с насекомыми (обнаружение инсектецидных свойств высших растений)

1. Приготовьте кашицу из растертых листьев растений или мелко нарезанную хвою (5-7г).
2. В пробирки, на дне которых находится кашица растений, поместите муравьев, комнатных мух, плодовую мушку дрозофилу и по скорости их гибели оцените фитонцидную активность того или иного растения.

Летающих насекомых ловят взмахами сачка (движение в виде восьмерки) в воздухе, по траве, кустам. Муравьев ловят в бутылку, на дне которой помещено немного сахарного сиропа. Плодовые мушки прекрасно размножаются на давленных сладких фруктах (особенно винограде).

Сравнительное определение фитонцидной активности комнатных растений

(по Андреева Н.Д., Наумова Н.Н. и др., 2000г.)

Для оздоровления воздушной среды применяются комнатные цветковые растения, многие из которых обладают высокой фитонцидной активностью. Это различные виды бегонии, пеларгонии, хлорофитум, колеус.

Оборудование: чашки Петри, мясо-пептонный агар (способ приготовления см. в Приложении 1), резиновые кольца (диаметр – 1,6 см, высота – 0,5 см), комнатные растения: бегонии, пеларгонии, хлорофитум, колеусы.

Ход работы:

1. В центр чашки Петри положите стерильное резиновое кольцо.
2. Разогрейте питательную среду до +40'С. Налейте ее в чашки Петри, равномерно распределяя по дну вокруг резинового кольца, и дайте возможность застыть.
3. Проведите посев микроорганизмов в определенном месте учебной аудитории методом осаждения, оставляя чашки Петри открытыми в течение 3 мин.
4. Повторите эксперимент еще 2 раза. Всего получится 15 чашек Петри.
5. Внесите в кольцо чашки Петри кусочки органов разных видов растений (листьев, цветков). 3 чашки Петри оставьте без растений в качестве контрольных.
6. Тщательно промаркируйте чашки Петри.
7. Поставьте чашки Петри после посева в термостат (+27'С) на трое суток.
8. Подсчитайте количество микроорганизмов в каждой чашке Петри, учитывая, что одна бактериальная клетка в благоприятных условиях дает начало одной колонии.
9. Определите, микроорганизмы каких таксонов (бактерии, актиномицеты, плесневые грибы) преобладают в пробах.
10. Сравните количество микроорганизмов в опытных чашках Петри и контрольных чашках. Сделайте выводы о влиянии растений на бактериальное загрязнение воздуха.
11. Сравните количество микроорганизмов в чашках Петри с кусочками комнатных растений разных родов (бегония, хлорофитум, пеларгония, колеус).
12. Результаты исследований занесите в таблицу 4.4.

Таблица 4.4.

Оценка фитонцидной активности комнатных растений

Растение	Количество микроорганизмов в 1 $м^3$ воздуха
Пеларгония	
Хлорофитум	
Колеус	
Бегония	
Контроль	

13. Используя таблицу, сравните фитонцидную активность исследуемых растений.

14. Сделайте вывод о влиянии комнатных растений на бактериальное загрязнение учебных помещений.

Влияние сотовых телефонов на семена высших растений

Сотовый телефон является специфическим источником электромагнитных излучений, действие которого имеет локальный характер. Наибольшие уровни потока регистрируются в непосредственной близости от телефона (на расстоянии 5 см) и составляют, в зависимости от типа телефона, в системе МТ-450 316-1000 мкВт/$см^2$ и в системе М-900 20-159 мкВт/$см^2$ (по данным Украинского научного гигиенического центра). Согласно требованиям Госсанэпиднадзора («Временные допустимые уровни воздействия ЭМИ, создаваемые системами сотовой радиосвязи») допустимый уровень облучения пользователя сотового телефона не должен превышать 100 мкВт/$см^2$. Реально зафиксированные уровни излучения, по результатам выборки на случайной и ограниченной основе, превышают указанный норматив в несколько тысяч раз. Зафиксированный средний уровень плотности потока мощности аппаратов составил 0,2-0,5 Вт/$см^2$. Для сравнения необходимо указать, что 0,5 Вт/$см^2$- «… это примерно в 10 раз больше, чем плотность теплового потока Солнца в ясный день на широте Москвы».

Для проведения опыта нужны семена высших растений (пшеница, овес, ячмень и др.) с высокой всхожестью (всхожесть должна быть не менее 70%).

Ход работы:

1. Поместите колбу с водой между сотовыми телефонами, работающими в режиме автодозвона и «заряжайте» воду в течение 10, 20 .. 60 минут. Таким образом, вы получите 6 образцов «заряженной» воды. Контролем является водопроводная вода.

2. Измерьте величину pH с помощью pH-метра.
3. На дно фотокюветы или чашки Петри положите слой фильтровальной бумаги и разложите по 50 семян.
4. Фильтровальную бумагу в чашках увлажните 7 мл воды из соответствующих колб, чашки пронумеруйте. На поверхность семян настелите еще один слой фильтровальной бумаги. Чашки закройте для предотвращения быстрого высыхания и поставьте на проращивание.
5. Опыт проводится в 3-х повторностях. Контроль ставится в 5-ти повторностях.
6. По окончании проращивания оцените всхожесть семян и длину проростков в каждом варианте. Полученные данные занесите в таблицу. На основании табличного материала (табл.4.5.) постройте график. Сделайте выводы.

Таблица 4.5.

Время работы сотовых телефонов, мин.	pH	всхожесть семян,%	длина проростков,см
10			
20			
30			
40			
50			
60			
Контроль			

Определение нитратов в различных овощных культурах

(по Феодорова, Никольская, 2001)

В связи с применением в больших масштабах азотных удобрений, сильно возрастает поступление в растения неорганических соединений азота. В результате употребления продуктов, содержащих повышенное количество итратов, человек может заболеть метгемоглобинией. При этом заболевании ион NO_3^- взаимодействует с гемоглобином крови, окисляя железо, входящее в гемоглобин, до трехвалентного, а образовавшийся в результате этого метгемоглобин не способен переносить кислород, и человек испытывает кислородную недостаточность: задыхается при физических нагрузках. В желудочно-кишечном тракте избыточное количество нитратов под действием микрофлоры кишечника превращается в токсичные нитриты, а далее возможно их превращение в нитрозоамины – сильные канцерогенные яды, вызывающие опухоли.

Накопителями нитратов являются семейства тыквенных, капустных, сельдерейных. Наибольшее их количество содержится в листовых овощах – петрушке, укропе, сельдерее, наименьшее – в томатах, баклажанах, чесноке, зеленом горошке, винограде, яблоках и др. Наибольшее количество нитратов содержится в сосущих и проводящих органах растений – корнях, стеблях, черешках и жилках листьев. Так, у капусты наружные листья кочана содержат в 2 раза больше нитратов, чем внутренние. А в жилке листа или в кочерыжке содержание нитратов в 2-3 раза больше, чем в листовой пластинке.

В связи с этим при употреблении в пищу растений – накопителей нитратов важно нитраты разбавлять и употреблять в малых дозах. Содержание нитратов можно уменьшить вымачиванием, кипячением продуктов (если отвар не используется), удалением тех частей, которые содержат большое количество нитратов.

Допустимые нормы нитратов (по данным ВОЗ) составляют 5 мг (по нитрат-иону) в сутки на 1 кг массы взрослого человека, т.е. при массе 50-60 кг – это 220-300 мг, а при 60-70 кг – 300-350 мг.

В предлагаемой работе изложен метод определения нитратов у различных видов овощей и их частей, который основан на хорошо известной реакции нитрат-иона с дифениламином.

Оборудование и материалы: ступки малые с пестиками, предметные стекла, марлевые салфетки, мелкие емкости – пузырьки из-под пенициллина с пробками, пипетки, 1%-ный раствор в дифениламина (1г сухого дифениламина растворить в 100 мл H_2SO_4 конц., р= 1,84), исходный раствор $NaNO_3$ для построения калибровочной кривой (3г сухого $NaNO_3$ растворить в 100 мл воды), дистиллированная вода, термостойкий химический стакан на 0,5-1 л для кипячения овощей, электроплитка; части различных овощей, содержащих наибольшее количество нитратов, с неокрашенным соком (капуста, огурцы, кабачки, картофель, дыня и др.).

Ход работы.

1. Овощи вымойте и обсушите.
2. В один из пузырьков налейте 10 мл исходного раствора $NaNO_3$, соответствующего по концентрации максимальному содержанию нитратов в овощах – 3000мг на кг. Следует отметить, что в отдельных органах растений встречаются и значительно большие концентрации.
3. Приготовьте серию калибровочных растворов путем разбавления пополам предыдущего (например, к 3 мл исходного раствора прибавляется 3 мл дистиллированной воды, взбалтывается и т.д.). Вы должны получить серию растворов с разным содержанием нитратов: 3000, 1500, 750, 375, 188, 94, 23 мг/кг.
4. Овощи и плоды расчлените на части:

- зона, примыкающая к плодоножке
- кожура
- периферийная часть
- срединная часть
- кочерыжка (у капусты)
- жилки
- лист без жилок.

Вырезанные части мелко порежьте ножом и быстро разотрите в ступке, сок отожмите через 2-3 слоя марли.

5. Под предметное стекло положите белый лист бумаги, капните на стекло 2 капли изучаемого раствора и 2 капли дифениламина. Опыт проводят в трехкратной повторности. Опишите реакцию согласно следующей градации, которую можно использовать как для калибровочных растворов, так и для анализов.

Таблица 4.6.

Баллы	Характер окраски	Содержание нитратов, мг/кг
6	Сок или срез окрашиваются быстро и интенсивно в иссиня-черный цвет. Окраска устойчива и не пропадает.	> 3000
5	Сок или срез окрашиваются в темно-синий цвет. Окраска сохраняется некоторое время.	3000
4	Сок или срез окрашиваются в синий цвет. Окраска наступает не сразу.	1000
3	Окраска светло-синяя, исчезает через 2-3 минуты.	500
2	Окраска быстро исчезает, окрашиваются главным образом проводящие пучки.	250
1	Следы голубой, быстро исчезающей окраски	100
0	Нет ни голубой, ни синей окраски. На целых растениях возможно порозовение.	0

В случае сомнений в содержании нитратов капните рядом калибровочный раствор с известной концентрацией вещества и повторите реакцию с дифениламином.

6. Поместите овощи в термостойкий химический стакан с кипящей дистиллированной водой и кипятите 10-15 минут, после чего проанализируйте отварные овощи и отвар.
7. Результаты опытов занесите в таблицу 4.7. Сделайте выводы.

Таблица 4.7.

Содержание нитратов в различных овощах

Исследуемое растение	Часть	Содержание нитратов, мг/кг
Картофель свежий	а) под кожурой б) срединная часть	
Картофель отварной	а) под кожурой б) срединная часть	
Капуста	а) жилки б) кочерыжка в) лист	
Капуста отварная	а) жилки б) кочерыжка в) лист	
Отвар		

Оценка качества сока

Современный соковый рынок России достаточно большой и характеризуется динамичным изменением как промышленной базы для производства и розлива соков, нектаров и сокосодержащих напитков. К сожалению, в настоящее время на российском рынке присутствует фальсифицированная соковая продукция, качество которой вступает в противоречие с требованиями и показателями, закрепленными в нормативных документах. Оценить качество сока можно несложными способами, приведенными ниже.

Новый ГОСТ Р 51398-99 определяет термин "сок", как **"жидкий продукт, полученный путем механических процессов из фруктов или овощей, консервированный физическими способами, кроме обработки ионизирующим излучением".**В примечании к определению термина "сок" отмечается, что**"сок может быть сконцентрирован и затем восстановлен водой".**

Основные признаки и требования, которым должен соответствовать продукт, относящийся к "соку":

- сок представляет собой жидкий продукт (единственное исключение - "сухой сок", т.е. продукт, содержащий все компоненты сока и высушенный до воздушно-сухого состояния);
- сок получают исключительно с помощью механических процессов, например, путем отжима фруктового или овощного сырья в прессе (другие способы переработки, например, диффузия или экстракция, которые не

относятся к механическим процессам, не являются технологическими способами получения сока);
- сырьем для получения сока являются доброкачественные, спелые, свежие или сохраненные свежими благодаря охлаждению цельные фрукты или овощи (отдельные части фруктов или овощей, например, кожура, выжимки и другие продукты переработки не относятся к сырьевым источникам получения сока);
- для консервирования сока используют исключительно физические способы, например, тепловую обработку (пастеризацию, стерилизацию или охлаждение);
- допускается концентрирование сока, т.е. удаление содержащейся в нем определенной доли воды с помощью физических процессов и последующее восстановление ее водой.

Между восстановленными соками и соками прямого отжима нет существенных отличий при условии соблюдения производителями их аутентичности, то есть подлинности (натуральности). В основе современных способов концентрирования соков лежат технологические решения, направленные на использование щадящих условий производства с целью максимального сохранения уникального природного состава продукции. Поэтому мнение, что соки, восстановленные из концентрированных соков, обладают пониженными качественными показателями и должны быть отнесены к нектарам или даже к сокосодержащим напиткам, следует считать ошибочным. Новый ГОСТ Р 51398-99 устанавливает **одинаковые** требования для восстановленных соков и соков прямого отжима.

«Сок с мякотью» или « сок с сахаром или подслащенный» относятся к группе "нектаров" или "сокосодержащих напитков", т.к. в этих продуктах доля сока составляет менее 100%. Их изготавливают из ягод и фруктов, которые обладают высокой долей мякоти, сахара или высокой кислотностью (например, персики, абрикосы, бананы, вишня, красная и черная смородина, клубника, земляника, груша и т.д.). В них минимальная доля собственно сока в зависимости от вида фруктов составляет 10% (для сокосодержащих напитков), 25-50% (для нектаров) и 40% (для овощных напитков). Такие продукты не могут быть реализованы в торговой сети под наименованием "сок".

Новый ГОСТ Р 51398-99 содержит подробные разъяснения касательно компонентов, которые могут быть добавлены в сок. К ним относятся исключительно натуральные ароматические вещества, полученные из данного сока или сока фруктов того же наименования, а также сахар, лимонная и аскорбиновая кислоты. Следует отметить, что в сок добавляют либо сахар, либо лимонную кислоту только для **корректировки** вкуса, а не для восполнения, например, недостатка натуральных сухих веществ в соке, вызванного его искусственным

разбавлением путем внесения воды. В сок не допускается добавление химических консервантов, красителей, искусственных ароматизаторов, а также ароматизаторов идентичных натуральным. Для всех соков действует единый запрет на искусственную модификацию (т.е. изменение) природного состава.

Оборудование и материалы: образцы соков различных производителей, пищевая сода, электроплитка, химические стаканы.

Ход работы.

1. Изучите данные, указанные на упаковке. Оцените, насколько надписи соответствуют требованиям нового ГОСТа.
2. Налейте образцы сока в химические стаканы, пронумеруйте.
3. Проведите тесты на наличие в соке искусственных добавок.

тест на наличие искусственных ароматизаторов:

Капните каплю сока на пальцы, разотрите. Если есть ощущение маслянистости, то говорим о наличии ароматизаторов.

тест на наличие подсластителей:

Сделайте глоток сока. Если сладкий вкус остается дольше 5 минут, то при производстве сока используются подсластители.

тест на наличие консервантов(красителей):

Для оценки темного сока (вишневого, виноградного) растворите 2г соды в 50 мл сока. Наблюдайте за реакцией раствора. Если сок приобрел бурую окраску, то производители не используют консерванты. При наличии консервантов цвет сока останется без изменений.

Для оценки светлого сока необходимо в образец добавить соды (2г соды на 50 мл сока) и нагреть его до кипения. Если консерванты имеются, то цвет сока не изменится, а если их нет, то сок станет более светлым.

4. Занесите данные в таблицу 4.8.:

Таблица 4.8.

Название сока, производитель	Наличие искусственных ароматизаторов	Наличие подсластителей	Наличие консервантов (красителей)

5. Сделайте выводы.

Обеззараживание воды хлорированием

Воду подвергают очистке, чтобы удалить из нее как болезнетворные микробы, так и вредные химические вещества. Существует 5 типичных процедур, которые используются в системах очистки: устранение неприятного вкуса и запаха, первое хлорирование, устранение мути и посторонней окраски, фильтрование для удаления микробов, заключительное хлорирование.

Хлорирование проводят для уничтожения болезнетворных микробов, что делает воду безопасной для питья человека. Хлор добавляется в избытке по сравнению с уровнем, при котором погибают все микроорганизмы, а также уровнем, необходимым для взаимодействия с присутствующим в воде аммиаком. Это приводит к появлению свободного хлора в растворе. Одна из причин того, что хлорирование столь предпочтительно в качестве дезинфекции общественных источников воды, состоит в том, что этот избыточный или остаточный хлор обеспечивает быстрый и простой тест на его присутствие (с использованием иодида калия и крахмала). Когда такой тест указывает на присутствие свободного хлора, можно быть уверенным, что любые новые микроорганизмы, попавшие в воду, также погибнут.

Оборудование и реактивы: пробы воды, 0,5-литровые бутылки из белого стекла, капельная пипетка, 1%-ный раствор хлорной извести, 5%-ный раствор иодида калия, 1%-ный раствор крахмала.

Ход работы.

1. Проведите пробное хлорирование. Для этого три одинаковые 0,5-литровые бутылки из белого стекла (или три стакана) наполните водой до заранее сделанной метки 0,2 л. Затем капельной пипеткой (содержащей 25 капель в 1 мл) добавьте по каплям 1% раствор хлорной извести: в первую бутылку 2 капли, во вторую - 3, в третью - 4 капли. После этого воду в каждой бутылке тщательно перемешайте взбалтыванием и оставьте на 30 минут.
2. Через 30 минут взболтайте каждую бутылку и затем определите в воде присутствие остаточного хлора. Для этого добавьте в каждую бутылку по 5 капель 5%-ного раствора йодида калия. Затем во все бутылки добавьте по 10 капель 1%-ного раствора крахмала. В тех бутылках, в которых имеется остаточный хлор, вода окрасится в синий цвет, тем более интенсивный, чем больше в ней хлора.
3. Рассчитайте необходимое количество раствора хлорной извести для хлорирования определенного объема воды.

Допустим, что в первой бутылке окрашивания нет (остаточный хлор отсутствует), во второй - светло-синее окрашивание (остаточного хлора 0,3-0,5 мг/л), в третьей - интенсивное синее окрашивание (остаточного

хлора более 0,5 мг/л), тогда выбирают вторую бутылку, в которую добавляли 3 капли 1 % раствора хлорной извести на 0,2 л воды. Следовательно, доза хлора на 1 л воды составляет 3х5=15 капель 1% раствора хлорной извести. Если требуется прохлорировать 200 л воды в бочке, то в нее необходимо добавить 15х200=3000 капель, или 3000 25=120 мл 1% раствора хлорной извести.

Оценка суточного рациона питания

Оптимальный пищевой рацион заметно варьирует у разных индивидуумов в зависимости от пола, возраста, активности, размеров тела и температуры окружающей среды (в жарком климате пищи потребляется меньше).

Энергетическая ценность пищевых продуктов измеряется в виде тепловой энергии и выражается в джоулях. Она может быть определена путем сжигания известной массы продукта в кислороде в калориметрической бомбе. Образующееся при этом сжигании тепло передается определенной массе воды, повышение температуры которой измеряется. Исходя из того, что для повышения температуры 1 г воды на 1^0С 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.

Таблица4.10.

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	10,0	1,6	71,5	8	63	175	0,7	0	0,28	0,11	2,5	0	322	1347
-кукурузная	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:

$$K = f – 0,5 (t– t_1) B/ 755, \text{ где}$$

К - 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;

В - барометрическое давление в момент исследования (755 мм рт.ст. – среднее значение).

5. Рассчитайте относительную влажность воздуха по формуле:

$$R = K/F \times 100, \text{ где}$$

К - абсолютная влажность, г/м^3;

F - максимальная влажность при температуре сухого термометра (определяется по таблице, прилагаемой к прибору).

6. Полученные данные занесите в таблицу 4.14 и дайте оценку микроклимата.

Таблица 4.14.

Показатели микроклимата помещения

Период года	Температура, °С		Относительная влажность		Скорость движения воздуха, м/с	
	Получен-ный результат	Сан.-гиг. норма	Получен-ный результат	Сан.-гиг. норма	Получен-ный результат	Сан.-гиг. норма
Теплый		20-22 23-25		60-40		0,2 0,3
Холодный или переходный		18-22		65		0,2

4. Изучение вентиляционного режима аудитории

Вентиляционный режим учебной аудитории позволяет относительно стабилизировать в течение дня уровень химического и бактериального загрязнения.

Определение коэффициента аэрации ($К_а$)

Ход работы:

1. Осмотрите все вентиляционные отверстия. Проверьте с помощью листа тонкой бумаги, действуют ли они.
2. Определите общую площадь всех рабочих вентиляционных отверстий и фрамуг.
3. Рассчитайте коэффициент аэрации по формуле:

$$К_а = S_1/S, \text{ где}$$

S_1– площадь всех вентиляционных отверстий;

S - площадь пола.

4. Понаблюдайте, как проводится проветривание помещений.
5. Полученные результаты занесите в таблицу 4.15.

Таблица 4.15.

Коэффициент аэрации помещения

Помещение	$К_а$		Частота проветривания	
	Полученный результат	Норма	Полученный результат	Норма
Учебное		1/50		10-15
Рекреация				не реже 1 раза в час

Определение эффективности вентиляции

Ход работы:

1. Определите необходимый вентиляционный объем воздуха ($V_{вент}.м^3/ч$), т.е объем свежего воздуха, который надо подавать в помещение на одного человека, чтобы содержание CO_2 не превышало допустимого уровня (0,1%):

$$V_{вент} = К/Р – g \text{ x } ¾, \text{ где}$$

К – количество CO_2, выделяемое за 1 час, л/ч (ребенок при умственной работе выделяет столько литров CO_2, сколько ему лет);

Р – предельно допустимое содержание CO_2 в воздухе учебного помещения (0,1% или 1 $л/м^3$);

g – содержание CO_2 в атмосферном воздухе (0,03% или 0,3 $л/м^3$);

¾ - продолжительность занятия.

2. Определите кратность обмена воздуха (Д) – число, показывающее, сколько раз в течение 1 часа воздух помещения должен смениться наружным, чтобы содержание CO_2 не превысило допустимого уровня:

$$Д = V_{вент} / V, \text{ где}$$

$V_{вент}$ – вентиляционный объем воздуха;

V – объем воздуха на одного человека в помещении.

3. Полученные результаты занесите в таблицу 4.16.

Таблица 4.16.

Норма вентиляционного объема

Помещение	Кратность обмена воздуха	
	Полученный результат	Санитарно-гигиеническая норма
Учебная аудитория		6,0 – 3,0

4. Сделайте вывод о вентиляционном режиме помещения.

5. Исследование освещенности аудитории.

Значительное влияние на зрительный анализатор и общую работоспособность оказывает освещенность рабочего места, которая измеряется в люксах (лк). Минимально допустимый уровень освещенности рабочего стола составляет 300 лк, классной доски – 500 лк.

Необходимо учитывать также направленность светового потока. При направленности света сзади и справа от работающего уровень освещенности на рабочем месте снижается в 3 – 4 раза за счет образующихся светотеней.

Вреден для зрения очень яркий свет – свыше 2000 лк.

При оценке освещенности аудитории необходимо проанализировать все составляющие: естественную, искусственную и комбинированную освещенность.

Изучение естественной освещенности аудитории

Ход работы:

1. С помощью рулетки измерьте высоту и ширину окон.
2. Рассчитайте общую площадь окон.
3. Рассчитайте площадь застекленной части окон (10% общей поверхности окон приходится на переплеты).
4. Измерьте длину и ширину класса, рассчитайте площадь пола.
5. Подсчитайте световой коэффициент (СК) по формуле:

$$СК = S_o/S, где$$

S_o – площадь застекленной части окон;

S – площадь пола.

6. Определите коэффициент заглубления, т. е. отношение высоты верхнего края окна над полом к глубине (ширине) класса.
7. Полученные данные занесите в таблицу 4.17.

Таблица 4.17.

Естественная освещенность аудитории

Помещение	Световой коэффициент		Коэффициент заглубления	
	Полученный результат	Санитарно-гигинническая норма	Полученный результат	Санитарно-гигинническая норма
Аудитория		1/4 - 1/6		1/2

Расчет горизонтальной искусственной освещенности

Ход работы:

1. Рассчитайте удельную мощность ламп (Р) – отношение мощности всех ламп к площади пола. Для этого суммируйте мощность всех ламп и поделите на площадь помещения.
2. Рассчитайте искусственную горизонтальную освещенность (Е, лк) по формуле:

$$E = P \times E_{табл.} /10 \times K, где$$

Р – удельная мощность ламп для данного помещения, Вт/м^2;

$E_{табл.}$ - освещенность, найденная по таблице 4.18 для ламп определенной мощности;

К – коэффициент запаса (1,3 для учебных и жилых помещений).

Таблица 4.18.

Значения минимальной горизонтальной освещенности (Лк) при удельной мощности 10 Вт/м^2

Мощность лампы, Вт	Прямой свет		Рассеянный свет	
	120 В	220 В	120 В	220 В
40	26	3	22,5	19,5
60	35	27	30	23
100	35	27	30	23
150	39,5	31	34	26,5
200	41,5	34	35,5	29,5
300	44	37	38	32
500	48	41	41	35

3. Сделайте вывод о соответствии горизонтальной освещенности санитарно-гигиеническим нормам. Коэффициент искусственного освещение не болжен быть менее 48 Вт на 1 $м^2$ площади аудитории. Для создания достаточной искусственной освещенности в кабинете площадью 50 $м^2$ необходимо 12 люминесцентных ламп ЛП 001 или 8 ламп ЛСО 02 (удельная мощность 24,2 $Вт/м^2$).

Исследование освещенности рабочего места методом люксметрии

Для оценки освещенности помещений применяют также метод люксметрии. Принцип действия прибора для измерения освещенности – люксметра - основан на явлении фотоэлектрического эффекта. При освещении поверхности фотоэлемента световым потоком в нем возникает фотопоток, величина которого пропорциональна плотности светового потока.

Оборудование: люксметр Ю 116 с фотоэлементом и набором насадок.
Ход работы:

1. Измеритель люксметра и фотоэлемент поместите на рабочем месте.
2. Отсоединив фотоэлемент, проверьте, находится ли стрелка прибора на нулевом делении шкалы. Подсоедините фотоэлемент.
3. Если величина измеряемой освещенности неизвестна, начинают измерения с установки на фотоэлементе насадок К, Т.

При нажатии правой кнопки, против которой нанесены наибольшие значения диапазонов измерений, кратные 10, пользуйтесь для отсчета показаний шкалой 0 – 100. При нажатии левой кнопки, против которой нанесены наибольшие значения диапазонов измерений, кратные 30, следует пользоваться шкалой 0 – 30. Показатели прибора в делениях по соответствующей шкале умножают на коэффициент пересчета шкалы (см. табл. 4.17) в зависимости от применения насадок. Например, на фотоэлементе установлены насадки К, Р, нажата левая кнопка, стрелка показывает 10 делений по шкале 0 – 30, измеряемая освещеннасть равна 10 х 100 = 1000 лк.

Таблица 4.19.

Коэффициент пересчета шкал

Диапазон измерения	Одновременно применяемые две насадки на фотоэлементе	Коэффициент пересчета шкалы
5-30 17-100	Без насадок	1
50-300 170-1000	К, М	10

500-3000 1700-10000	К, Р	100
5000-30000 17000-100000	К, Т	1000

Если при насадках К, М и нажатой левой кнопке стрелка не доходит до 5-го деления по шкале 0 – 30, измерение производите без насадок, т. е, открытым фотоэлементом.

4. Измерьте с помощью люксметра освещенность классной доски.
5. Полученные данные занесите в таблицу 4.20.

Таблица 4.20.

Уровень освещенности исследуемых поверхностей

Место проведения измерения	Вид освещения (естественное, искусственное, комбинированное)	Уровень освещенности (лк)	Максимально допустимый уровень освещенности (лк)
Поверхность стола			300 – 200
Поверхность классной доски			500 - 2000

6. Оцените окраску и качество покрытия стола и классной доски, учитывая следующие данные:

– светлые тона краски на 20% увеличивают освещенность рабочего места (светло-зеленый, светло-голубой, зеленовато-желтый, серовато-голубой);
– блестящая поверхность обладает слепящим действием и на 12 – 18**%** снижает устойчивость ясного видения, остроту зрения;
– классная доска должна быть коричневого или зеленого цвета и хорошо удерживать мел.

7. Сделайте вывод о соответствии освещенности санитарно-гигиеническим нормам и о влиянии окраски и качества покрытия стола и классной доски на освещенность рабочего места.

6. Радиационный контроль помещений

Источники радиоактивного излучения бывают естественного и искусственного происхождения. Первые создают естественный радиационный фон гамма-излучения, который складывается из космического фона и фона окружающей местности. Естественный фон больше при подъеме над уровнем моря, а также в местах выхода на поверхность земли горных пород, содержащих уран или продукты его распада. В основном на

территории бывшего СССР гамма-фон составляет 10 – 20 мкР/ч (0,1 – 0,2 мкЗв/ч) и не превышает 60 мкР/ч (0,6 мкЗв/ч).

Искусственные источники радиоактивного излучения могут возникать в окружающей среде в результате аварийных выбросов ядерных установок, что может привести к локальному повышению фона гамма-излучения до уровней, опасных для здоровья и жизни человека. Поэтому фон внешнего гамма-излучения нуждается в постоянном контроле.

Для оценки радиационного состояния окружающей среды могут быть использованы самые различные измерители – индикаторы (ИМД-70, ИМД-100, ИР-02 Б1, ДМП-1, СИД-01 и др.), в которых в качестве детектора используется один или два счетчика Гейгера. Эти приборы дают возможность не только обнаружить радиоактивное загрязнение, но и достаточно точно оценить мощность дозы.

Дозиметр (радиометр бытовой типа ИРД-02 Б1) предназначен для измерения мощности эквивалентной дозы (МЭД) гамма-излучения, а также для оценки плотности потока бета-излучения от загрязненных поверхностей и оценки загрязненности бета- гамма- излучающими нуклидами проб воды, почвы, пищи, продуктов растениеводства, животноводства и др.

Прибор типа ИР-02 Б1 применяется для контроля населением радиационной обстановки по гамма-излучению. Оценка показаний по бета-излучению может проводиться только профессиональными работниками.

Принцип действия прибора основан на преобразовании детектором ионизирующего излучения потока гамма-квантов или бета- частиц в электрические сигналы, число которых в единицу времени пропорционально МЭД гамма-излучения или интенсивности потока бета-частиц от загрязненных поверхностей, пищевых продуктов и т. п. Эти сигналы формируются по длительности и амплитуде и подаются на схему регистрации и звуковой сигнализации, с выхода схемы регистрации информация об измеряемой величине поступает на цифровое табло прибора. Периодичность смены показаний значений измеряемой величины на цифровом табло прибора составляет 0,5 – 1,0 с.

Единицы измерения. Величина МЭД оценивается либо в микрозивертах в час (мкЗв/ч), либо в микрорентгенах в час (мкР/ч).

Режим работы. Прибор имеет 2 режима работы, устанавливаемых переключателем режима работы: режим «мкЗв/ч» служит для обнаружения и измерения полей гамма-излучения, а также измерения загрязненности по гамма-излучению проб воды, почвы, пищи и т. д.; режим «част/(мин х $см^2$)» служит для обнаружения и оценки степени загрязненности бета-гамма-излучающими нуклидами поверхностей и проб пищи, почвы, продуктов растениеводства, животноводства и т. д.

Ход работы:

1. Подготовьте прибор к работе:

– для определения уровня МЭД гамма-излучения установите переключатель «мкЗв/ч – част/(мин х $см^2$)» в положение «мкЗв/ч»;

– включите прибор, установив переключатель «ВКЛ – ВЫКЛ» в положение «ВКЛ», после чего на цифровом табло должна появиться цифровая индикация. Вы должны услышать отчетливые звуковые сигналы,

При естественном радиационном фоне показаниям 0,05 – 0,20 мкЗв/ч соответствует частота повторения звукового сигнала 1 – 2 раза в с;

– примерно через 60 с после включения прибор готов к работе, при этом между вторым и третьим разрядом должна быть точка. При отсутствии точки 3 – 4 раза переведите переключатель из положения «част/(мин х $см^2$)» в положение «мкЗв/ч».

Поместите прибор в то место, где хотите провести измерения.

2. Определите величину МЭД гамма-излучения в нескольких точках: в учебной аудитории, в коридоре, на лестнице (на разных этапах). Значение на цифровом табло примерно через 25с соответствует мощности гамма-излучения в данном месте, выраженной в микрозивертах в час (мкЗв/ч), а без учета точки (запятой) – в микрорентгенах в час (мкР/ч).

3. Интенсивность радиоактивного излучения, возникающего в результате радиоактивного распада, является величиной непостоянной, колеблющейся вблизи некоторого среднего значения. Поэтому последовательные показания прибора отличаются друг от друга иногда в 1,5 – 2 раза.

Для точной оценки радиоактивного фона запишете 10 – 20 показаний при неизменных внешних условиях (прибор должен быть неподвижен относительно исследуемого объекта, тогда внешний фон заметно не изменяется) и вычислите среднее арифметическое значение.

4. Результаты измерения занесите в таблицу 4.21.

Таблица 4.21.

Радиационный фон учебных помещений

Место измерения	Показатели прибора	Естественный радиационный фон
Учебная аудитория	1-е измерение 2-е измерение … 10-е измерение	0,05 – 0,20
	Среднее значение из 10-ти измерений	
Коридор	1-е измерение … 10-е измерение	
	Среднее значение из 10-ти измерений	
Лестница	1-е измерение … 10-е измерение	

	Среднее значение из 10-ти измерений	

5. Сделайте выводы о соответствии полученных вами значений радиационного фона учебных помещений естественному радиоактивному фону.

6. Объясните различия в уровнях радиации отдельных помещений учебного заведения.

7. Определение уровня шума в учебных помещениях

Шум – один из видов физического загрязнения на рабочем месте. Чаще всего шум представляет собой сочетание многих тонов разных уровней (громкости) и высот (частот).

Уровень шума измеряется в децибелах (дБ). У человека диапазон уровней звукового давления от порога слышимости до порога болевого ощущения составляет 120 – 140 дБ. Шум воздействует на кровообращение, центральную нервную систему, создает утомление организма, вызывает агрессивность, нарушения сна. Шум приводит к затруднению общения между людьми, к раздражению. Длительно действующий шум на уровне 85 – 90 дБ и выше опасен может привести к потере слуха. Для измерения уровня шума используют шумомеры различных марок. Принцип работы прибора заключается в том, что звуковые колебания, воспринимаемые микрофоном, преобразуются в пропорциональные электрические сигналы, которые затем усиливаются, и измеряются индикатором, проградуированным в децибелах.

Ход работы:

1. Установите микрофон шумомера на расстоянии 30-50 см от рабочего места.

2. Установите переключатели на передней панели прибора в следующие положения:

переключатель характеристик – в положение С,

переключатель уровней – в положение 120 дБ,

переключатель инертности – в положение «Медленно»,

переключатель контроля питания – в пол «Работа».

3. Включите тумблер питания, при этом загорится красная сигнальная лампочка.

4. Определите уровень звукового давления по индикаторному прибору шумомера. При измерении уровней от 85 до 55 дБ переключатель характеристик установите в положение «В», а при измерении уровней ниже 50 дБ – в положение «А». Ручкой переключателя уровней выводят стрелку индикатора правее деления «0» шкалы.

5. Провести расчет по формуле:

$$L = a + в, \text{ где}$$

L - уровень звукового давления, дБ;
а – показания переключателя, дБ;
в – показания индикатора, дБ.

6. Определите уровень шума в аудитории, затем в коридоре, в столовой.

7. Полученные данные занесите в табл. 4.22.

Таблица 4.22.

Уровень шума в различных помещениях

Помещение	Уровень шума, дБ	
	Результаты измерения	Допустимый уровень
Учебная аудитория		40
Коридор		60
Лестница		60
Столовая		60

8. Сделайте вывод о соответствии уровня шума в различных помещениях санитарно-гигиеническим нормам.

9. Выясните причины разного уровня шума в обследуемых помещениях.

10. Предложите меры, способствующие снижению уровня шумового загрязнения.

8. Изучение степени запыленности воздуха и его загрязненности микроорганизмами

Материалы и оборудование: Прозрачная клеящая пленка, чашки Петри с питательной средой, термостат.

Изучение степени запыленности воздуха

Для получения сравнительных оценок о запыленности различных помещений производят отбор проб с выступающих поверхностей на высоте 0,5 – 1,5 м от уровня пола (поверхность рабочих столов, шкафов, листьев комнатных растений, подоконников, стен и пр.).

Ход работы:

1. В выбранных местах приложите к выступающей поверхности прозрачную клеящую пленку. Затем пленку снимите и той стороной, где отпечатался слой пыли, прикрепите к белой бумаге.

2. Сравните запыленность поверхностей из разных помещений.

3. Сделайте вывод о степени запыленности воздуха в различных помещениях университета.

Определение загрязнения воздуха микроорганизмами

Ход работы:

1. Для того чтобы определить количественный и качественный состав микроорганизмов в воздухе различных помещений университета, необходимо провести посев микроорганизмов в этих помещениях методом осаждения. Для этого оставьте чашки Петри с питательной средой (мясо-пептонный агар, приготовление см. в Приложении) в данных помещениях открытыми в течение 5 мин., на площади в 100 $см^2$ осядет то количество микроорганизмов, которое содержится в 10 л воздуха.

2. Повторите опыт еще 2 раза.

3. Поставьте чашки Петри после посева в термостат (– 27^oC) на трое суток.

4. Подсчитайте количество микроорганизмов. При этом следует учитывать, что одна бактериальная клетка в благоприятных условиях дает начало новой колонии.

5. Рассчитайте содержание микроорганизмов в 10 л воздуха по формуле:

$$x = 100 \times A / 63{,}6,$$ где

x – количество микроорганизмов, содержащихся в 10 л воздуха (на площади в 100 $см^2$);

A – количество микроорганизмов, содержащихся в чашке Петри (на площади в 63,6 $см^2$). По возможности определите таксономическую принадлежность микроорганизмов.

6. Определите уровень бактериального загрязнения в 1 $м^3$ воздуха. Содержание микроорганизмов в 10 л воздуха умножается на 100.

7. Полученные данные занесите в таблицы 4.23 и 4.24:

Таблица 4.23.

Определение степени загрязнения помещений различными таксонами микроорганизмов

Место взятия пробы	Количество спор в $м^3$ воздуха		
	бактерии	плесневые грибы	актиномицеты
Аудитория			
Коридор			
Столовая			

Таблица 4.24.

Измерение уровней запыленности и Бактериального загрязнения воздуха различных помещений

Место взятия пробы	Уровень запыленности*	Уровень бактериального загрязнения (N микробов в 1 $м^3$

		воздуха)
Аудитория		
Коридор		
Столовая		

Примечание. Уровень запыленности целесообразно выражать в баллах:
0 – отсутствие пыли; 1 – слабая запыленность, 2– средняя запыленность; 3 – сильная запыленность; 4 – очень сильная запыленность.

8. Проведите сравнительный анализ полученных данных и сделайте вывод об уровне бактериального загрязнения воздуха различных университетских помещений.

9. Какие таксоны микроорганизмов преобладали?

10. Проведите корреляцию между запыленностью помещений и уровнем бактериального загрязнения воздуха.

11. Предложите меры по борьбе с бактериальным загрязнением воздуха.

Справочный материал

Бактерии – колонии гладкие или морщинистые; блестящие либо матовые; круглые либо неправильной формы; белые, серые, часто желтые, красные, розовые, выпуклые, плоские, с вогнутым центром (никогда не бывают пушистыми).

Плесневые грибы – колонии разной окраски; большие, иногда распространяются по *всей* поверхности питательной среды; обычно круглые, всегда пушистые.

Актиномицеты – колонии плотные, часто кожистые; выпуклые либо плоские, круглые либо фестончатые; обычно белые, серые, темно-коричневые. Поверхность колонии актиномицетов покрыта шелковистым либо мучнистым налетом.

9. Составление экологического паспорта учебного помещения

Ход работы:

1.Проанализируйте результаты выполненных лабораторных работ по теме «Методы экологического мониторинга учебных заведений» и заполните бланк «Экологический паспорт учебной аудитории».

Таблица 4.25.

Экологический паспорт учебной аудитории №	Показатель	Результаты измерения	Санитарно-гигиеническая норма
1	Площадь, $м^2$		2,0

2	Кубатура, $м^3$		4-5
3	Температура воздуха, $^0С$ - в теплый период года - в холодный и переходный периоды		 +20-25 +18-22
4	Относительная влажность, % - в теплый период года - в холодный и переходной периоды		 4-60 65
5	Коэффициент аэрации		1/50
6	Кратность обмена воздуха		3,0-6,0
7	Световой коэффициент		1/4-1/6
8	Коэффициент заглубления окон		не ниже 1/2
9	Освещенность рабочего места (лк)		300-2000
10	Радиационный фон (мкЗв/ч)		0,05-2,0
11	Уровень шума, дБ		не более 40
12	Уровень бактериального загрязнения (N микробов/$м^3$ воздуха)		

2. Сделайте вывод об экологическом состоянии учебной аудитории, соответствии помещения и рабочих мест студентов санитарно-гигиеническим нормам.

3. Если необходимо, разработайте рекомендации по улучшению качества среды в учебных аудиториях.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Методика проращивания и определения всхожести семян

Для успешного проведения биотестирования и получения сопоставимых данных следует использовать семена с высокой всхожестью и из одной партии. Поэтому перед постановкой эксперимента проводят проверку всхожести семян. Для биотестирования берут семена со всхожестью не менее 70%. Под всхожестью семян понимают количество нормально проросших семян в пробе, взятой для анализа, выраженное в процентах

При определении всхожести на дно чашек Петри настилают слой фильтровальной бумаги, увлажняют водой до полной влагоемкости и раскладывают 25-100 семян. Семена накрывают еще 1-2 слоями фильтровальной бумаги, смоченной тем же раствором. На крышку чашки Петри приклеивают этикетку с необходимой информацией (этикетку, заполненную простым карандашом, можно поместить внутри чашки), чашки закрывают и помещают в термостат для проращивания (при отсутствии термостата их выдерживают при комнатной температуре). При проращивании семян необходимо соблюдать следующие условия: не допускать пересыхания и переувлажнения; обеспечивать вентиляцию, приоткрывая на несколько секунд крышки чашек Петри; перед закладкой семян на проращивание дезинфицировать используемую посуду.

К числу всхожих семян у пшеницы относят семена, имеющие нормально развитые корешки размером не менее длины семени и росток, составляющий не менее половины длины семени.

К невсхожим семенам относят:

а) набухшие семена, которые к моменту подсчета не проросли, но имеют здоровый вид и при надавливании пинцетом не раздавливаются;

б) загнившие семена - с мягким, разложившимся эндоспермом, с загнившим зародышем и семядолями, с почерневшим зародышем, с частично или полностью загнившими корешками;

в) твердые семена, которые к моменту определения всхожести остались ненабухшими и не изменили внешнего вида;

г) ненормально проросшие семена с уродливыми ростками и корешками, у которых при наличии ростка отсутствуют корешки или наоборот.

Всхожесть семян определяют по формуле:

$$B = (a/в) * 100\%,$$

где В - всхожесть семян, %,

а - число проросших семян,

в – общее число семян в чашке Петри.

Среда Чапека

Среду Чапека используют для выращивания грибов и бактерий.
В 1л дистиллированной воды растворить KCl -0,5г; $MgSO_4$ -0,5г; K_2HPO_4 – 1г; $FeSO_4$ –0,01г; $NaNO_3$ – 2г; $CaCO_3$ – 3г; глюказа или сахароза – 20г; агар – 20г.

Приготовление культуры микроорганизмов

1. Измельченное сено заливают водой, кипятят 10-15 минут, охлаждают, настаивают 2-3 суток до образования бактериальной пленочки. Добавляют 1-2 мл воды из водоема, аквариума или комочек свежей почвы. Выдерживают 1-2 суток.
2. Листья капусты отваривают 10-15 минут, отвар сливают, охлаждают, в него помещают небольшой комочек почвы. Выдерживается в термостате 1-2 суток.
3. Комочек почвы взбалтывают с водой в небольшой емкости, закрывают неплотно куском бумаги, выдерживают в термостате 1-2 суток.

Следует отметить, что в размножении простейших (как и всех организмов) существуют циклы. Так, они хорошо размножаются весной и летом, хуже – осенью и плохо – в зимние месяцы. Кроме того, даже при хорошем их размножении в вышеуказанные периоды они прекращают движение в холодном лабораторном помещении (температура ниже +18 – 20^oC), 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

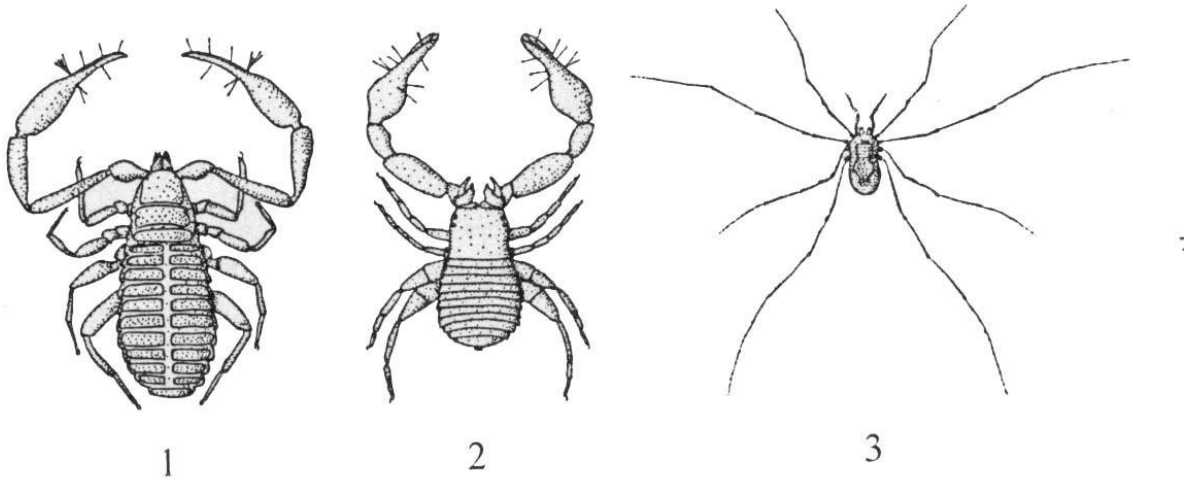


Рис.2. Внешний вид наиболее обычных паукообразных: 1 – ложноскорпион хелифер, 2 – ложноскорпион необизиум, 3 – обыкновенный сенокосец.

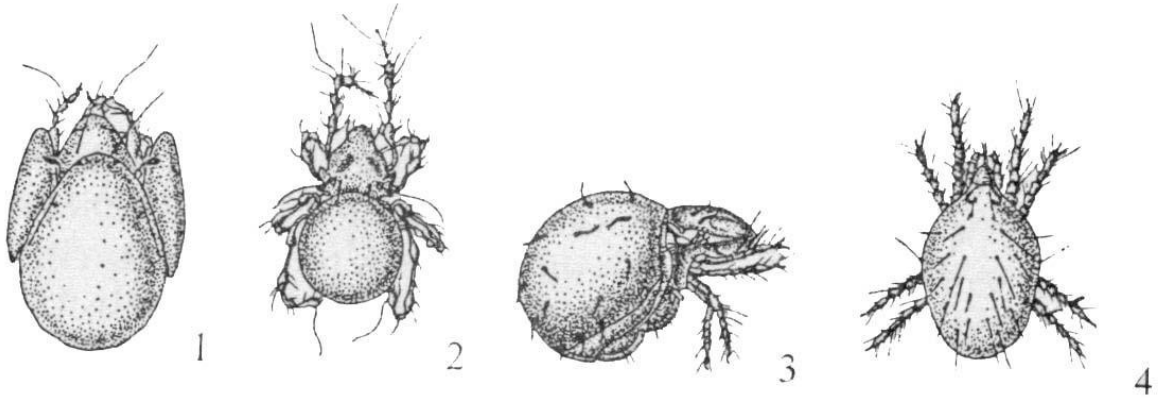


Рис.3. Типичные представители основных отрядов клещей: 1 – орибатный клещ галюмния, 2 - орибатный клещ метабельба, 3 – орибатный клещ птиракарус, 4 – крапивный паутинный клещ.

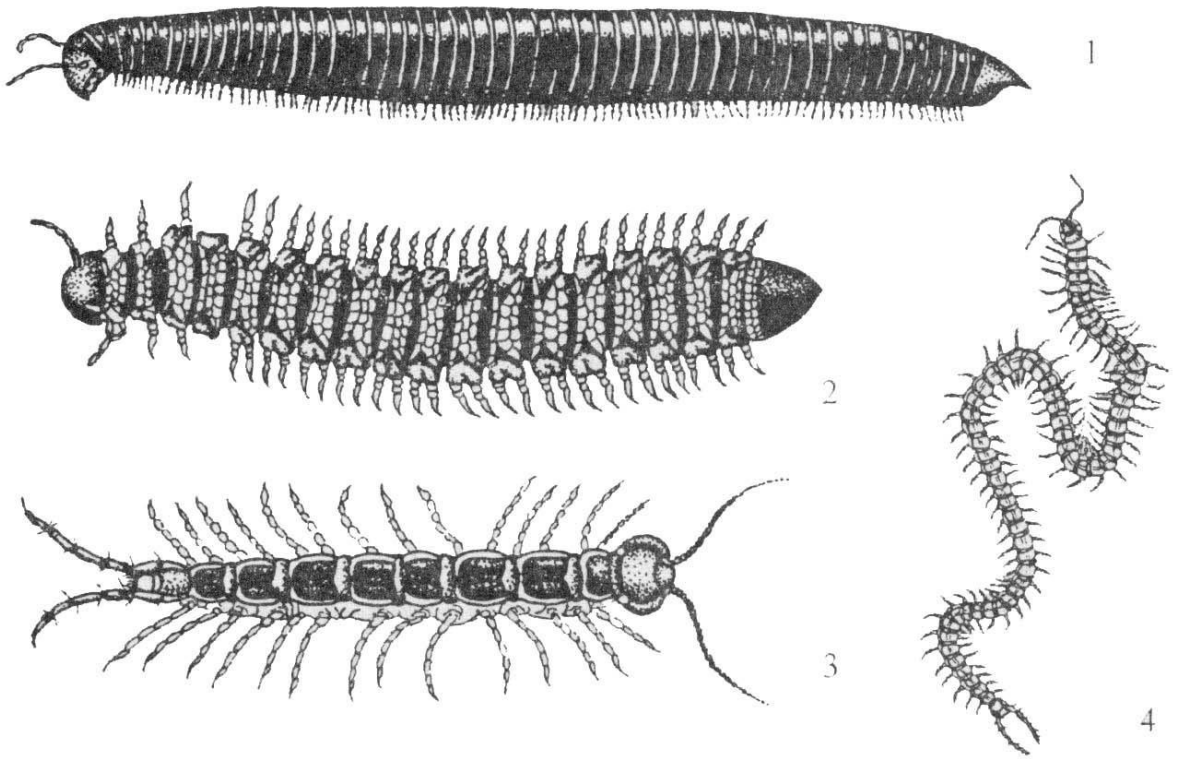


Рис.4. Почвенные многоножки: 1 – песчаный кивсяк, 2 – многосвяз уплощенный, 3 – костянка обыкновенная, 4- землелюб.

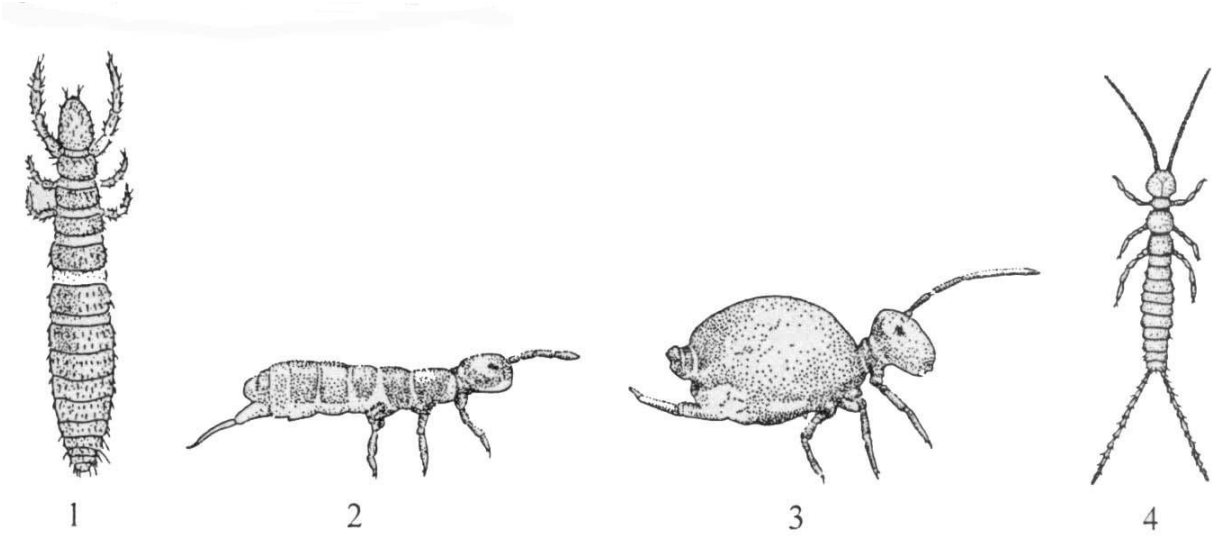


Рис.5. Скрыточелюстные насекомые: 1 – бессяжечник европейский, 2 – членистобрюхая многохвостка зеленая изотома, 3 – слитнобрюхая многохвостка сминтур, 4 – двухвостка.

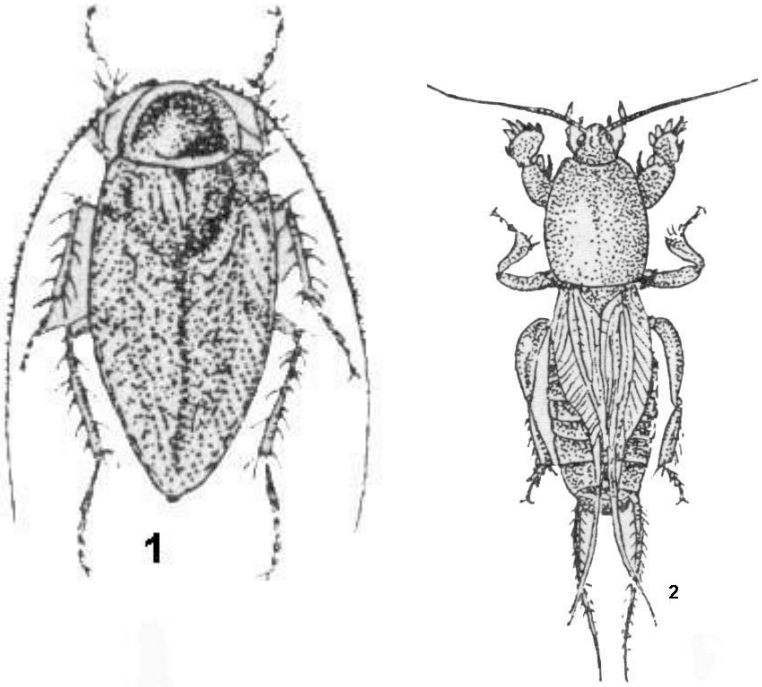


Рис.6. 1 - Тараканообразные: Лапландский таракан; 2 - Длинноусые прямокрылые: обыкновенная медведка.

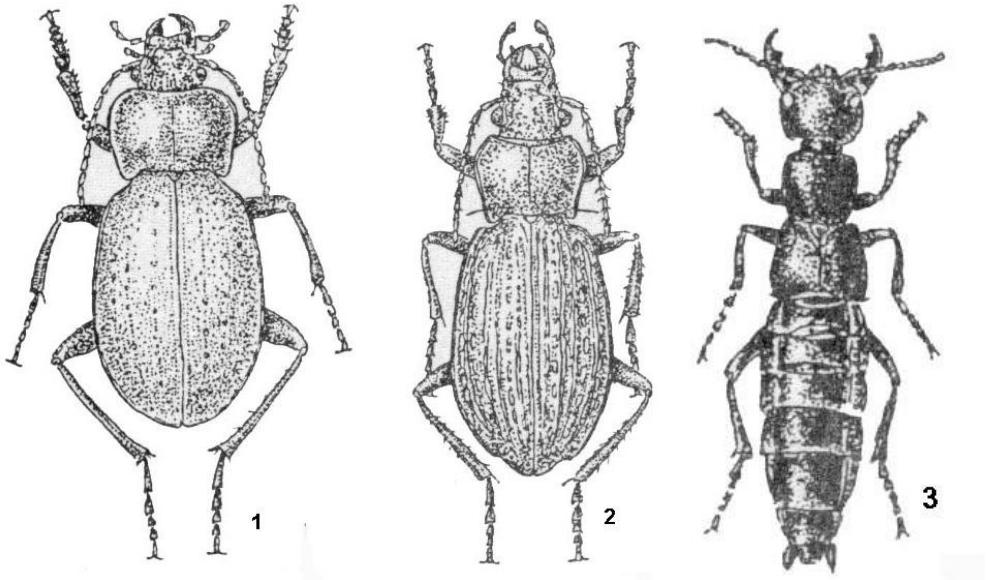


Рис.7. Наиболее обычные виды наземных жесткокрылых: 1 – жужелица лесная, 2 – жужелица зернистая, 3 – филонт.

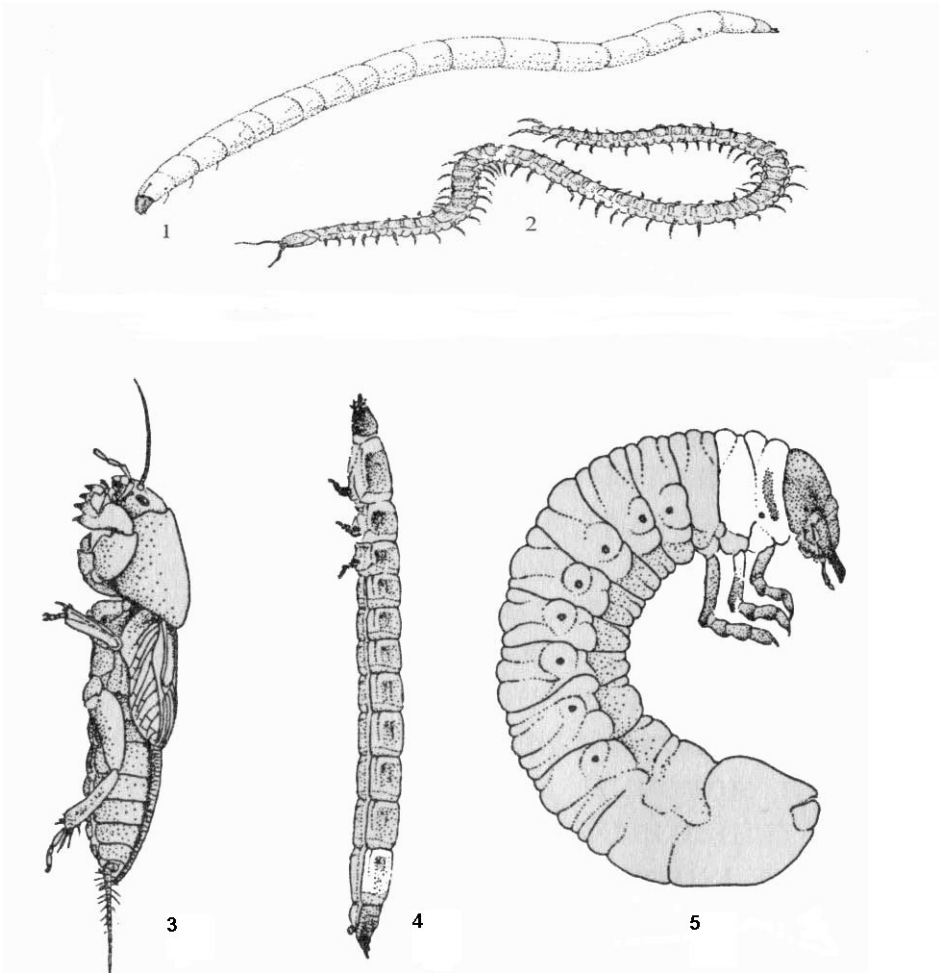


Рис.8. Почвенные насекомые: 1 – личинка лжектыря, 2 – хищная многоножка – геофил, 3 - медведка, 4 – личинка щелкуна, 5 – личинка майского жука.

Водные организмы-индикаторы

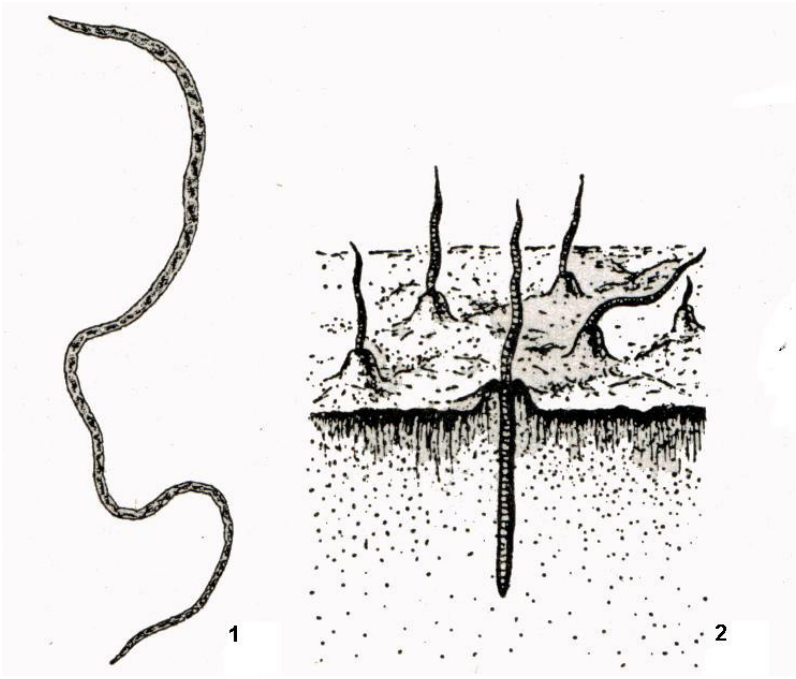


Рис.1. Внешний вид некоторых кольчатых червей: 1 – трубочник, 2 – колония трубочников на дне.

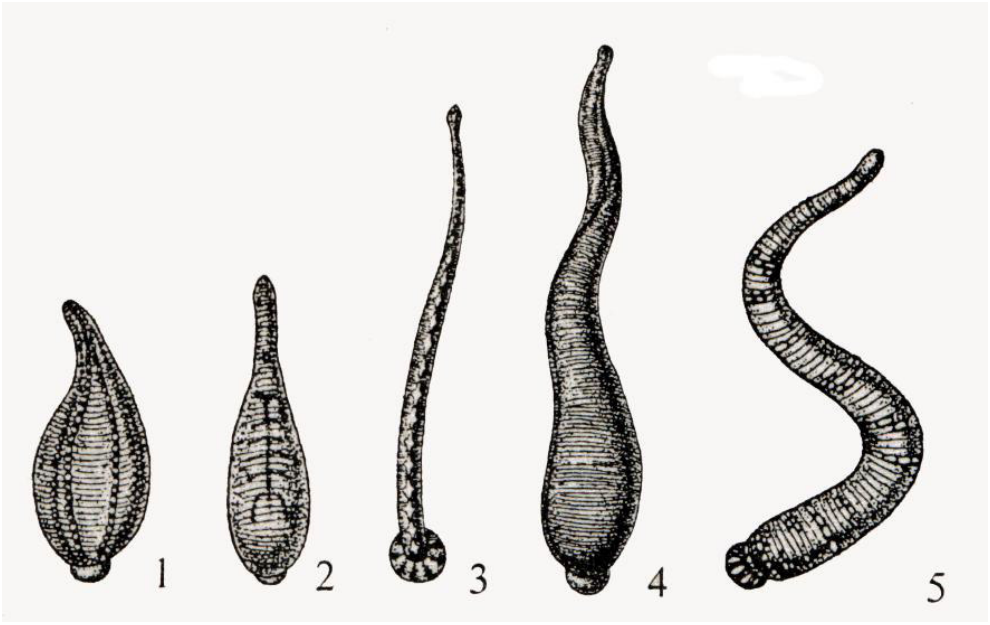


Рис.2. Наиболее обычные виды пиявок: 1 – улитковая пиявка, 2 – двуглазая пиявка, 3 – рыбья пиявка, 4 – большая ложноконская пиявка, 5 – малая ложноконская пиявка.

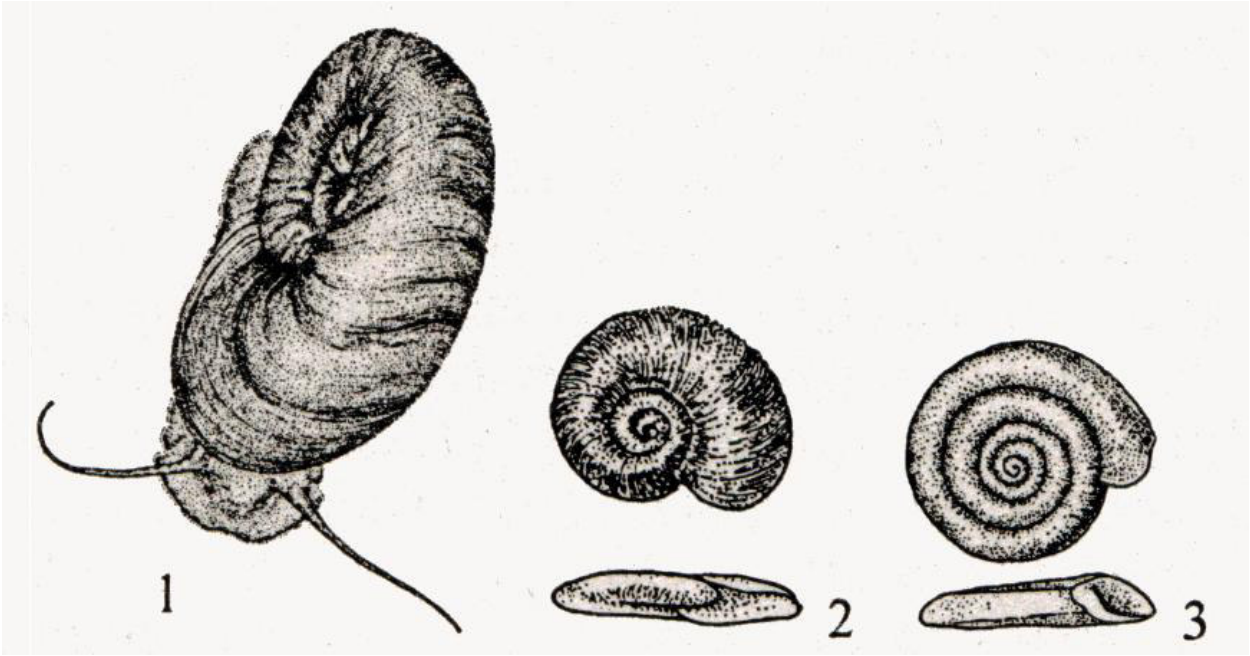


Рис.3. Представители семейства катушек: 1 – роговая катушка, 2 – сплюснутая катушка, 3 – выпуклая катушка.

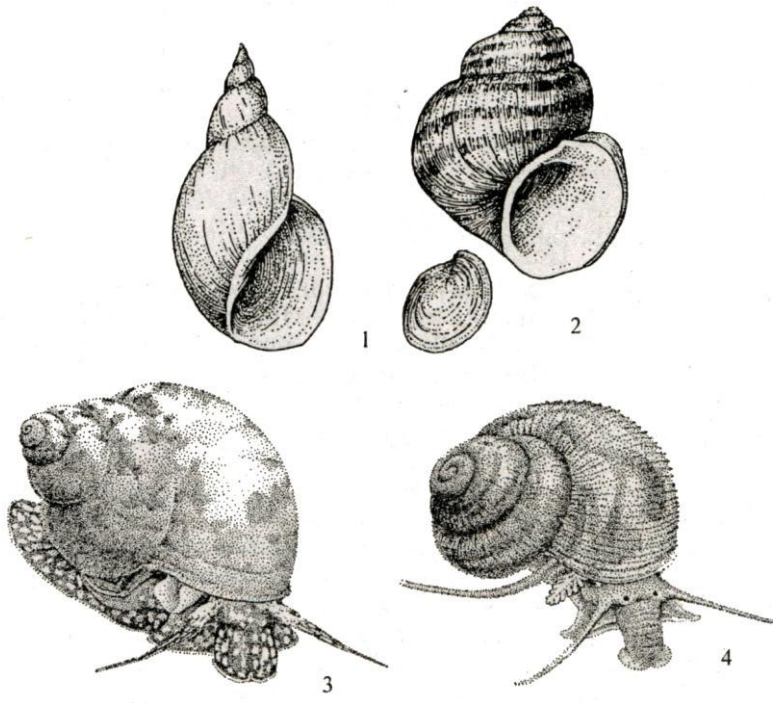


Рис.4. Некоторые представители брюхоногих моллюсков: 1 – турбоспиральная правозакрученная раковина, 2 – болотная живородка, 3 – щупальцевая битиния, 4 – затворка.

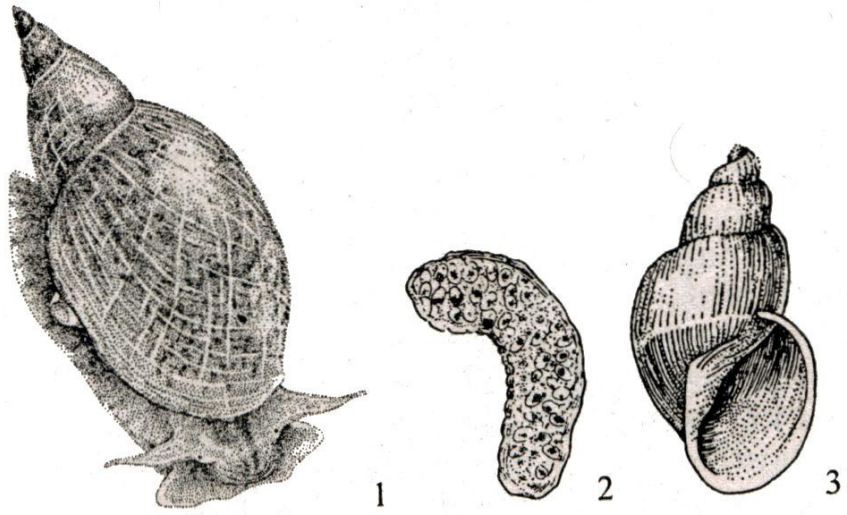


Рис.5. Прудовики: 1 – обыкновенный прудовик, 2 – кладка яиц обыкновенного прудовика, 3 – малый прудовик.

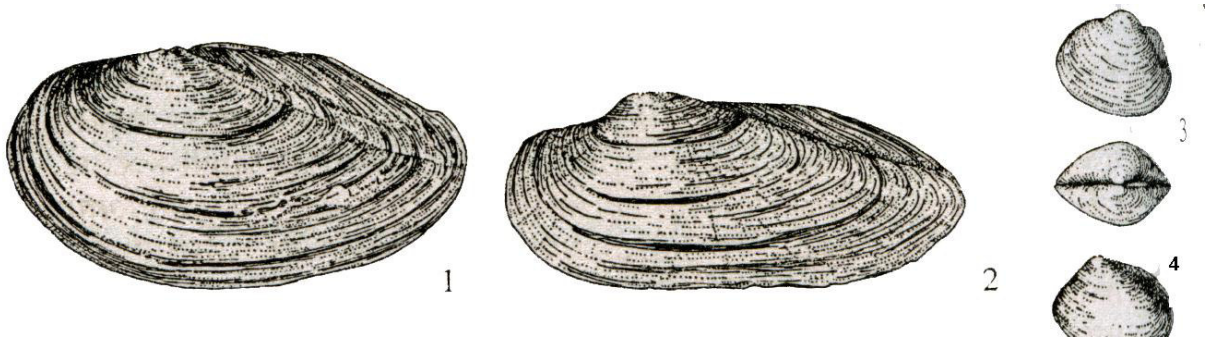


Рис.6. Некоторые пресноводные двустворчатые моллюски: 1 – беззубка, 2 – перловица, 3 – речная шаровка, 4 – горошина.

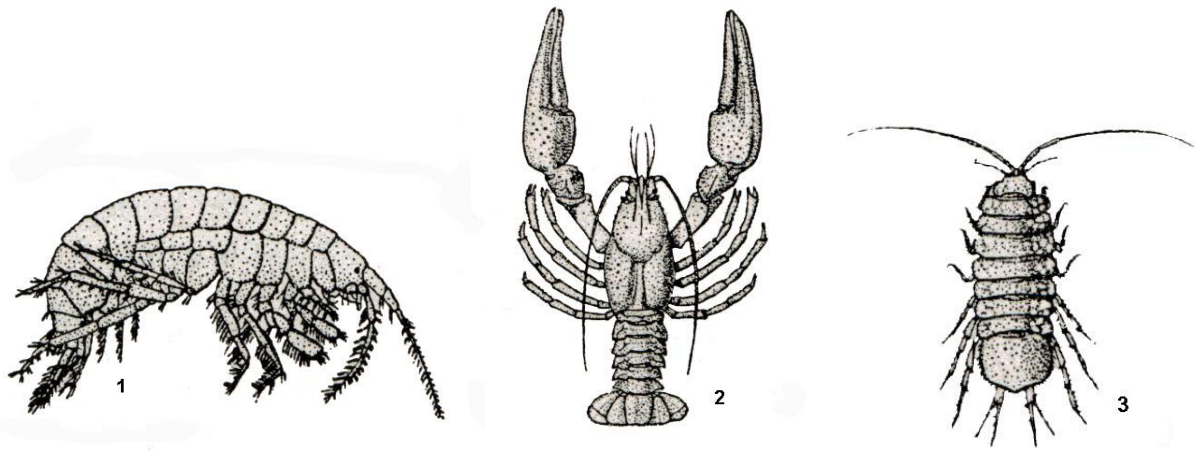


Рис.7. Высшие раки: 1 – бокоплав-блоха, 2 – речной рак, 3 – водяной ослик.

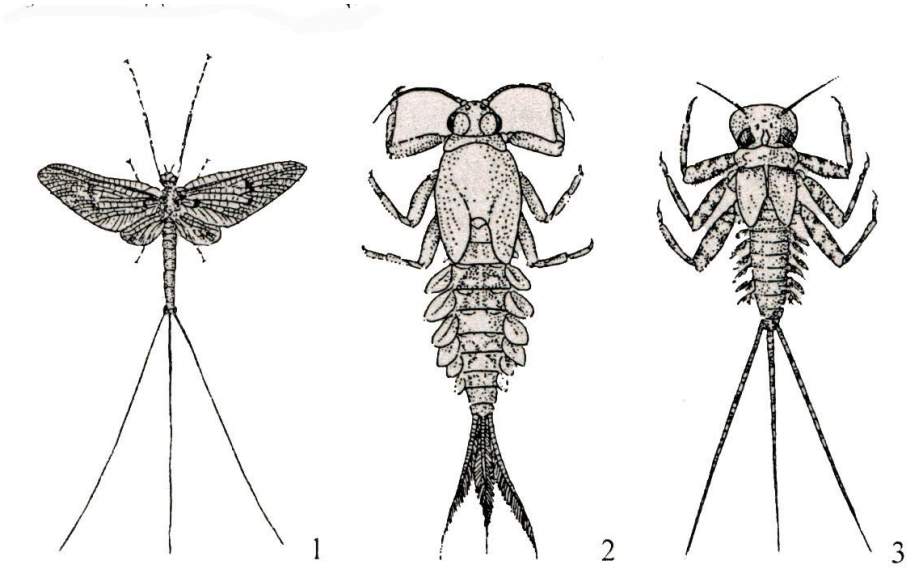


Рис.8. Поденки: 1 – внешний вид типичной поденки, 2 – личинка двухвостой поденки, 3 – личинка поденки-семидневки.

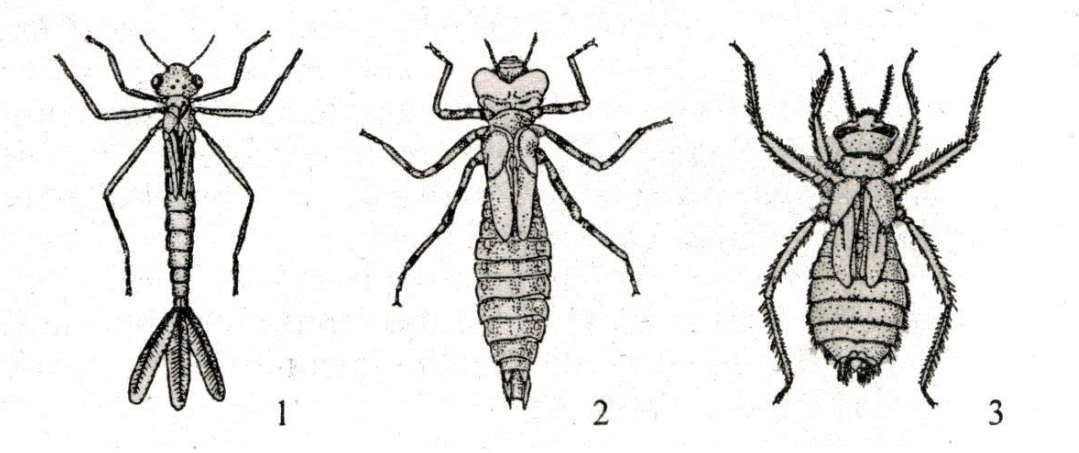


Рис.9. Биологические типы личинок стрекоз: 1 – личинки типа лютки, обитатели перифитона; 2 – личинки типа коромысло, донные хищники; 3 – личинка бабки, донный собиратель.

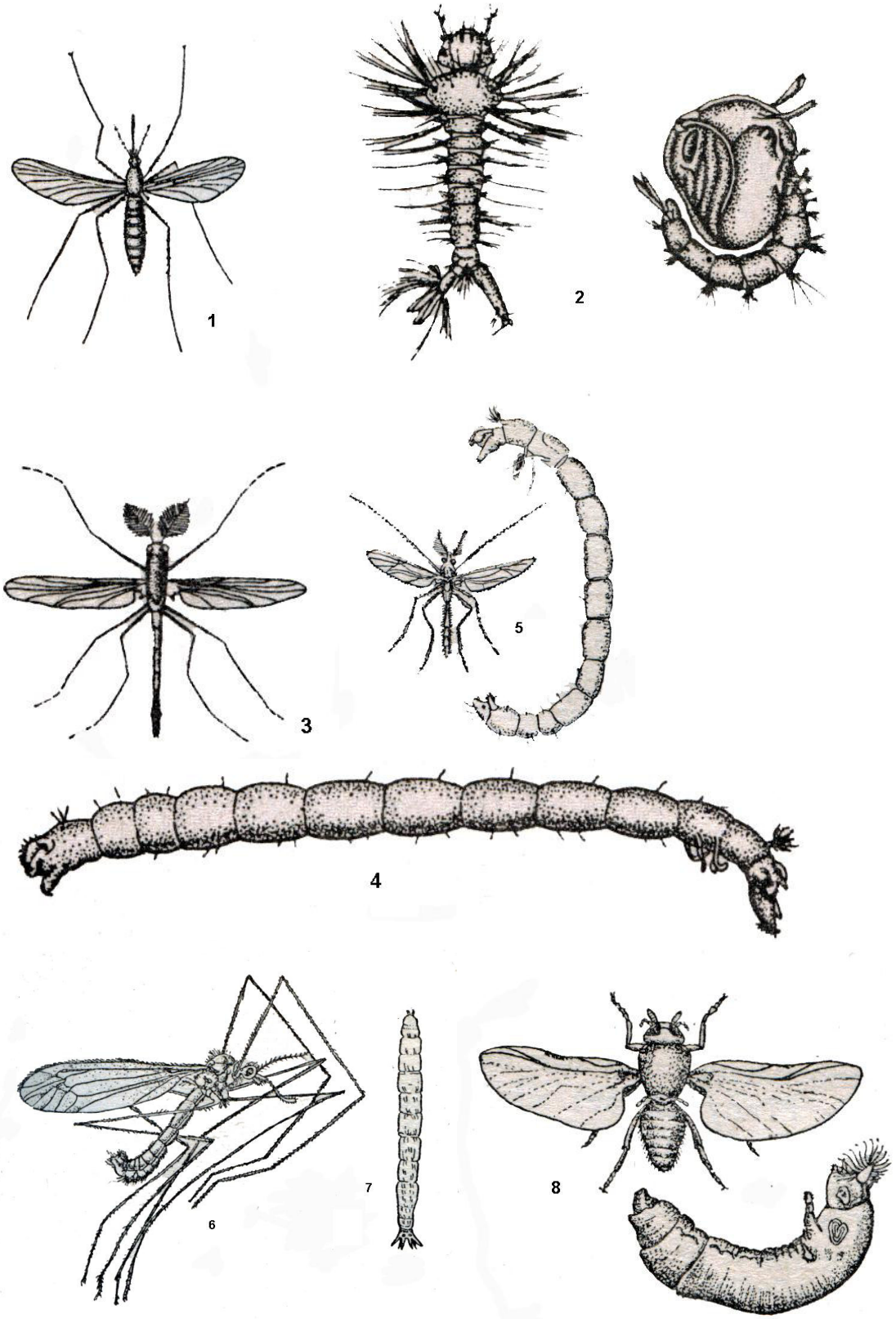


Рис.10. Представители двукрылых: 1 – настоящий комар, 2 – личинка и куколка настоящего комара, 3 – комар-звонец, 4 – личинка комара звонца, 5 – комар-дергун и его личинка «мотыль», 6 – комар-долгоножка, 7 – дыхательные отверстия комара-долгоножки, 8 – личинка комара-долгоножки, 9 - мошка и ее личинка.

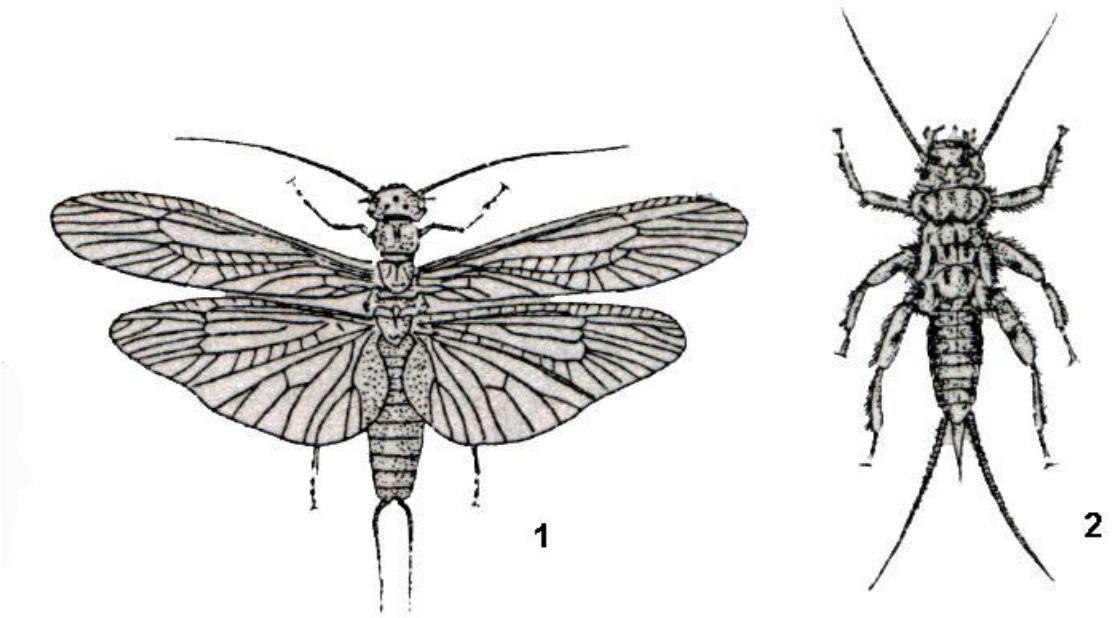


Рис.11. Веснянки: 1 – обыкновенная веснянка, 2 – личинка обыкновенной веснянки.

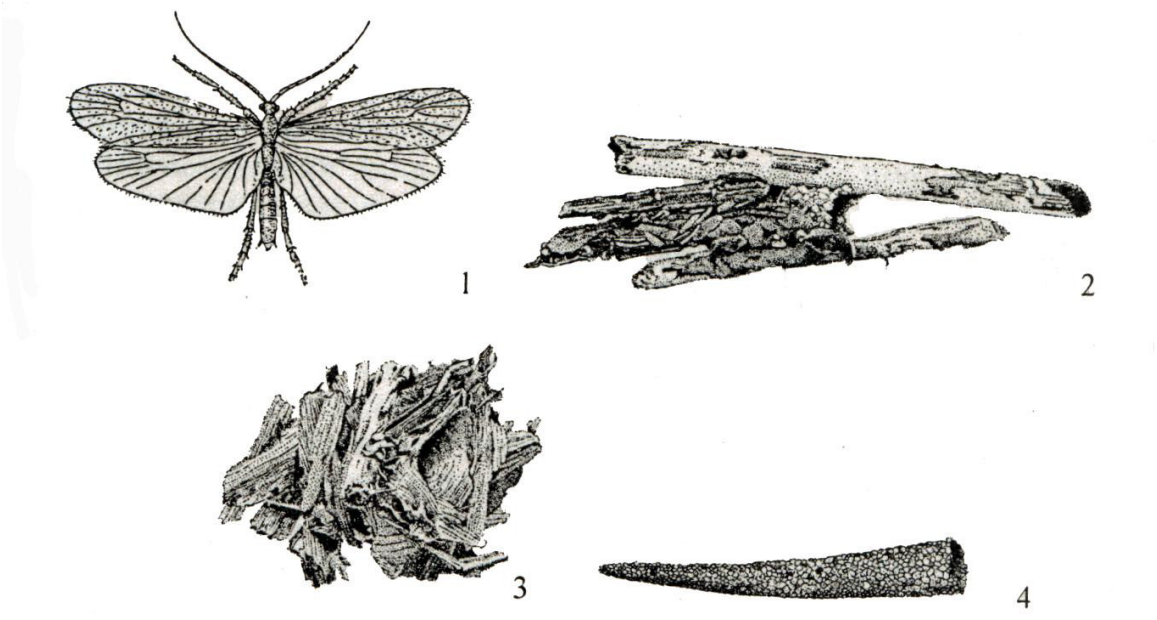


Рис.12. Ручейники: 1 – внешний вид ручейника, 2 – домик анаболии, 3 – домик лимнофила, 4 – домик тонкоуса.

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.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. М. АКМУЛЛЫ»

Р.Р. Кабиров, Е.В. Сугачкова, А.И. Фазлутдинова

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

учебно-методическое пособие

Уфа 2019

УДК 502 (075)
ББК 20.18 я73
К 12

Кабиров, Р.Р.
Оценка качества окружающей среды [Текст] учебно-методическое пособие / Р.Р. Кабиров, Е.В. Сугачкова, А.И. Фазлутдинова – Уфа: Изд-во БГПУ им. М.Акмуллы, 2019. – 160с.

В учебно-методическом пособии представлены конкретные темы общего и частного характера, предложены формы организации и методика проведения лабораторных и практических занятий по оценке качества окружающей среды.

Издание адресовано студентам и преподавателям высших учебных заведений, а также может быть использовано учителями школ, педагогами дополнительного образования, тьюторами, учащимися при выполнении исследовательских работ.

Рецензенты:

Дубовик И.Е., д.б.н., профессор
Башкирского государственного университета;
Мигранов М.Г., д.б.н, профессор
Башкирского государственного педагогического университета им. М.Акмуллы

ISBN

© Издательство БГПУ, 2019

ПРЕДИСЛОВИЕ

Для успешного освоения блока экологических дисциплин необходима определенная система лабораторных занятий, которая должна помочь студентам закрепить теоретический материал, а также привить им ряд практических навыков (умение формулировать цели и задачи экспериментов, анализировать полученные результаты, конструировать графики, диаграммы, таблицы, работать с литературным материалом и т. д.). Значительный объем заданий в практикуме позволяет индивидуализировать работу студентов.

Темы лабораторных занятий подобраны таким образом, чтобы ориентировать студентов на изучение важнейших природных закономерностей, способствующих развитию экологического мышления. Лабораторные занятия разнообразны по методике выполнения; часть из них требует полевых наблюдений. Все результаты занятий оформляются в тетрадях для лабораторных работ с соответствующими расчетами, рисунками и обозначениями к ним и являются необходимым отчетным материалом.

Все лабораторные работы построены по общей схеме, которая включает: определение цели работы, перечень необходимого оборудования, описание последовательности закладки эксперимента, способы записи результатов, ход анализа полученных данных, формирование выводов.

Содержание

Предисловие……. 2
Методы оценки состояния окружающей среды……. 5
Выбор объектов исследования…….. 6
Выбор места для первичной оценки и/или отбора проб……... 7
Тема 1. **Экологическая оценка качества воды**…… 12
Определение органолептических свойств воды…….. 14
Определение содержания растворенного кислорода в пробе воды…… 19
Определение содержания ионов водорода в воде: pH фактор воды….. 20
Исследование воды на содержание нитратов и нитритов…… 22
Определение нитратов и нитритов в воде по методу А.Л.Рычкова……. 23
Определение аммиака и ионов аммония в воде…… 25
Качественное определение хлоридов в пробах воды…… 25
Качественное определение сульфатов в пробах воды…….. 26
Определение общего количества примесей……... 27
Измерение общей жесткости воды……. 28
Обнаружение нефтепродуктов…… 31
Обнаружение фенолов……. 33
Качественное обнаружение ионов свинца в пробах воды …… 34
Обнаружение сероводорода, гидросульфидов и сульфидов……. 34
Качественное обнаружение катионов тяжелых металлов……. 35
Оценка качества воды в водоемах с помощью методов биоиндикации……. 39
Определение качества воды в водоемах с помощью индекса Майера…… 40
Оценка качества воды в водоемах с помощью методов биотестирования……. 42
Влияние загрязнителей на жизнеспособность рачка артемии……. 43
Оценка токсичности воды в водоемах с помощью хлореллы…… 43
Тема 2. **Экологическая оценка качества воздуха**……. 46
Исследование загрязнения окружающей среды по физико-химическим характеристикам снега……. 47
Исследование токсичности снега с помощью биотестирования……. 49
Анализ пылевого загрязнения атмосферы……. 50
Воздействие транспортных выбросов на семена высших растений….. 53
Определение степени поражения и омертвления тканей листа при антропогенном загрязнении воздушной среды …….. 54
Оценка повреждения растительности озоном…….. 56
Оценка содержания углекислого газа в помещении……. 60
Оценка загрязнения воздуха по состоянию сосны…… 62

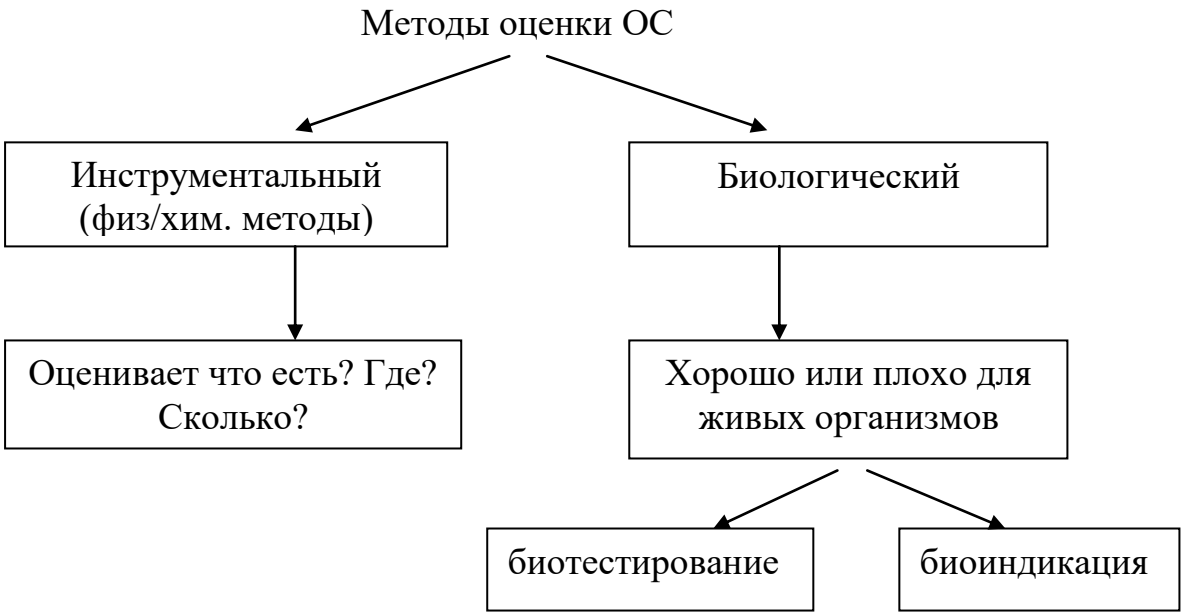
Оценка влияния крупных автомагистралей на состояние растительного покрова…….…… 63
Изучение кислотности осадков с помощью семян различных культур 64
Определение выбросов загрязняющих веществ автотранспортом…… 66
Тема 3. **Экологическая оценка качества почвы**……... 74
Морфологические свойства почв…… 74
Определение механического состава и структуры почвы…… 76
Определение соотношения твердых частиц в почвенном образце……. 77
Определение влажности и водных свойств почвы…… 77
Определение актуальной и обменной кислотности почвы…….. 80
Определение содержания гумуса в почве…….. 82
Оценка токсичности почвенного покрова с помощью Пенициллум циклопиум (Penicillium cyclopium)……. 83
Воздействие транспортных выбросов на мезофауну…… 84
Влияние загрязнителей на численность дождевых червей…….. 86
Исследование активности различных групп почвенных организмов 87
Исследование трофической структуры мезофауны по градиенту загрязнения выхлопами автотранспорта……. 88
Определение свинца в соке растений……. 90
Геоботаническая индикация почв (фитоиндикация)……. 90
Экологическая оценка состояния лугов по растительному покрову…... 98
Определение жизненного состояния леса (охраняемого, парка в городе и т.д.) и прогнозирование его дальнейшего развития…… 99
Тема 4. **Мониторинг среды обитания человека**……. 102
Изучение индивидуальных различий в восприятии наркотических веществ на примере кофеина…….…….. 102
Изучение шумового загрязнения…… 104
Оценка фитонцидной активности растений в опытах с простейшими и насекомыми…….…….. 106
Влияние сотовых телефонов на семена высших растений…… 109
Определение нитратов в различных овощных культурах…… 110
Оценка качества сока…….. 113
Обеззараживание воды хлорированием……. 116
Оценка суточного рациона питания…….. 117
Методы экологического мониторинга учебных помещений……... 128
Приложение 1…….. 143
Приложение 2…….. 149
Литература……..……. 159

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В настоящее время чрезвычайно актуален вопрос, какие последствия для живой природы и для человека имеют антропогенные, т.е. созданные самим человеком, факторы окружающей среды. Проблему охраны природы во многом можно рассматривать как проблему научно обоснованного нормирования и контроля выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду.

Эта проблема многоплановая: она охватывает широкое разнообразие антропогенных нагрузок, которые различаются по способу воздействия на почву, растения, животных и человека, так и по его последствиям.

Под действием природных и антропогенных нагрузок в экологических системах проявляется широкое разнообразие реакций на самых различных уровнях организации – клеточном, тканевом, организменном, популяционном и биоценотическом.



С экологической точки зрения не важно знать, каков уровень загрязнения, а важно знать, какие биологические эффекты это загрязнение вызывает. Биологические методы не отменяют систему инструментальных методов, а лишь дополняют ее качественно новыми биологическими показателями.

Выбор объектов исследования

При выборе объектов исследования проблема преодоления разнообразия является первостепенной и важнейшей. Для исследования должны выбираться одинаковые биогеоценозы в пределах основных природных зон страны. Например, в лесной зоне Европейской части биогеоценозы, представленные такими эдификаторами, как береза, ель, дуб, сосна, формируют подавляющее количество типов леса. Необходимо дальнейшее уточнение выбранных типов березняков, ельников, сосняков, дубрав по признакам травяно-кустарничкового яруса, почв. Это работа как теоретического (по литературным источникам), так и экспедиционно-полевого плана.

В выбранных типах биогеоценоза должен подвергнуться исследованию весь комплекс биотических и абиотических компонентов: воздух, дожди, снег, поверхностные воды, почва, подстилка, растения и животные различных систематических групп, при этом список объектов должен быть минимальным.

Среди тропосферных объектов наиболее представительным кажется снег, исследование микроэлементного состава которого дает интегральные показатели загрязнений, консервируемых в снежном покрове до начала снеготаяния.

Среди поверхностных вод наиболее представительны воды малых и временных водоемов (луж), имеющих атмосферное питание, вследствие чего они представляют собой закономерный этап накопления токсикантов в цепи миграции последних в биосфере. Воды рек несут в себе информацию от всего бассейна – это интегральный показатель; воды озер также не представительны, поскольку большинство из них в разной степени проточны. Микроэлементный состав луж также зависит от большого числа факторов: размеров, глубины, развития водной растительности. Уровень воды в них сильно колеблется от дождей, что ставит перед исследователями сложные задачи преодоления этого разнообразия путем выработки соответствующих критериев и отработки практики отбора проб.

В почвенных образцах возможно ограничение верхними горизонтами почв, до 10-12см – это слой, в котором сосредоточено подавляющее количество антропогенных загрязнений.

Подстилка – важный показатель состояния биогеоценоза. Не только ее микроэлементный состав, но масса, структура, степень гумусированности содержат информацию об уровне антропогенного воздействия, в частности, химического загрязнения.

Что касается растений и животных, то их реакции на организменном, популяционном и ценотическом уровнях весьма разнообразны. Для анализа необходимо отобрать минимальное количество видов животных и

растений, представляющих основные типы, классы и трофические уровни. Выбранные живые организмы должны «работать» в обширных географических районах в пределах одной природной зоны: тундры, тайги, лесостепи и т.д.

Кроме отбора образцов на химический анализ, необходимо регистрировать разнообразные биологические показатели: видовое разнообразие, биомасса, количество экземпляров на единицу площади, половозрастная структура популяции и т.д. При надежном и статистически достоверном измерении возможна воспроизводимая корреляция между биологическими параметрами и содержанием в образцах микроэлементов техногенного происхождения, после чего возможна оценка загрязнений только по биологическим параметрам, без осуществления хим. анализа, требующего средств, времени, дорогостоящей аппаратуры.

Типовой технологический цикл экоаналитического контроля загрязнений окружающей среды сводится к определенному набору основных операций и последовательности их выполнения, которые в общем виде заключаются в следующем:

• поиск источника (выбор места контроля) загрязнения или вредного воздействия;
• его первичная оценка «на месте» и/или отбор проб;
• подготовка проб к их транспортировке и хранению и доставка к месту анализа;
• подготовка проб к анализу непосредственно в лаборатории;
• количественный анализ проб в лабораторных условиях;
• обработка и представление результатов анализа с оценкой показателей правильности и достоверности полученных результатов;
• планирование следующего цикла контроля.

Выбор места для первичной оценки и/или отбора проб

Место для первичной оценки или отбора пробы выбирается в соответствии с целями анализа и на основании внимательного изучения всей имеющейся предварительной информации (документации), а также натурного исследования местности или контролируемого объекта, причем должны учитываться все обстоятельства, которые могли бы оказать влияние на состав взятой пробы или результат первичной оценки наличия и уровня загрязнения (воздействия). В зависимости от вида анализируемой среды данная процедура имеет некоторые особенности.

При поиске точек отбора проб ***воды*** из поверхностных ***природных источников*** особенно внимательно надо обследовать притоки реки и возможные источники загрязнения выше по течению от предполагаемого места первичной оценки или пробоотбора. Место отбора проб ***сточных вод*** оценивается и

выбирается только после подробного ознакомления с технологией производства, потреблением и сбросом воды, местоположением цехов объекта, системой его канализации, назначением и работой отдельных элементов систем очистки и т.д.

Створы отбора и оценки проб устанавливают на водоемах примерно и I км выше ближайшего по течению пункта водопользования (водозабор для питьевого водоснабжения, места купания, организованного отдыха, территория населенного пункта), а на непроточных водоемах и водохранилищах - в 1 км в обе стороны от пункта водопользования. Обычно принято отбирать пробы воды одного створа в 3 точках (у обоих берегов и в фарватере), но можно и в 1-2 точках (при ограниченных технических возможностях или на небольших водоемах). Учитывается характера водопользования и условия водного режима в данном пункте или распределения сточных вод в водоеме («струйность течения»).

Так, при централизованном водоснабжении в населенном пункте пробы воды из водоема можно брать в точке водозабора по глубине и ширине реки. Для характеристики источника централизованного водоснабжения при существующем водозаборе допускается отбор и первичная оценка проб непосредственно после насосов первого подъема.

Поиск и выбор места отбора, а также первичной оценки проб ***воздуха*** (как и в отношении других сред) проводят в предполагаемых зонах максимального загрязнения окружающей *природной среды* (например, в «факеле» выброса и в зонах его возможного прохождения на расстоянии до объекта от сотен метров до нескольких километров, обычно на высоте 1,5 метра от земли) или непосредственно вблизи нахождения (скопления) людей и других биообъектов, для которых данный выброс может оказаться вредным или опасным.

В ***рабочей зоне*** пробы воздуха следует отбирать в местах постоянного или максимально длительного пребывания людей, при характерных производственных условиях с учетом особенностей технологического процесса (непрерывный, периодический), количества (уровня) и физико-химических свойств, а также класса опасности и биологического действия выделяющихся химических загрязняющих веществ (ЗВ) или физических факторов воздействия, температуры и влажности окружающей среды.

Экоаналитический и санитарный контроль загрязнений воздушной среды в рабочей зоне осуществляют выборочно на отдельных рабочих местах, стадиях или операциях, если на обследуемом участке (характеризующемся постоянством технологического процесса) достаточно идентичное оборудование или одинаковые рабочие места, на которых выполняются одни и те же операции. При этом отбор проб следует проводить на рабочих местах, расположенных в центре и по периферии помещения (открытой промплощадки с оборудованием). При выборе точек пробоотбора основное внимание следует уделять рабочим местам по основным (массовым) профессиям.

Места для отбора пробы воздуха в рабочей зоне выбирают с учетом технологических операций, при которых возможно наибольшее выделение в воздух рабочей зоны вредных веществ, например:

- у аппаратуры и агрегатов в период наиболее активных химических, термических и иных процессов в них;
- на участках загрузки и выгрузки веществ, затаривания готовой продукции;
- на участках «внутренней» транспортировки сырья, полуфабрикатов и продукции;
- на участках размола и сушки сыпучих, пылящих материалов и веществ;
- у наиболее вероятных источников выделений при перекачке жидкостей и газов.;
- в местах отбора технологических проб, необходимых для целей технического анализа.

Периодичность отбора проб воздуха для каждого вещества в каждой выбранной точке устанавливают индивидуально в зависимости от времени пребывания персонала на рабочем месте, от характера контролируемого технологического процесса. Часто учитывают свойства веществ (факторов) и их опасности, устанавливая при производственном контроле следующую периодичность отбора и анализа проб: для 1-го класса – не реже одного раза в 10 дней, для 2-го - не реже, чем ежемесячно, а для 3-го и 4-го - не реже, чем один раз в квартал.

При выборе мест отбора проб ***почвы*** и их первичной оценки обычно учитывают два главных параметра: 1) размер (площадь) «элементарного» участка, с которого отбирают смешанный почвенный образец, отражающий средний уровень загрязнения почвы, и 2) «ключевой» участок, являющийся наименьшей геоморфологической единицей ландшафта, в достаточной мере отражающей генезис (тип, подтип) свойств почв.

В пределах ключевого участка выделяют ***«элементарные участки»,*** размеры которых зависят от расстояния до источника загрязнения почвы. Обычно руководствуются правилом: «чем дальше от источника, тем больше должна быть площадь элементарного участка». Кроме того, в пределах определенного элементарного участка выбирают также ***«рабочую площадку»,*** именно с которой и отбирают пробы почв для составления смешанного почвенного образца. Если размер элементарного участка сравнительно велик, а почвенный покров сложен, то в пределах этого участка выделяют несколько пробных рабочих площадок (обычно 2-3).

Данные параметры места пробоотбора выбирают индивидуально в зависимости от контурности почвенного покрова, рельефа местности, характера растительности и т.д. Ключевые участки ориентировочно намечают ни карте (с учетом розы ветров), а затем уточняют их в поле. В пределах ключевого участка (как уже было указано) выделяют элементарный участок и намечают пробные рабочие площадки. За рациональный размер такой площадки обычно принимают площадь около 1 га (100х100 м). Вокруг предприятия площадки намечают следующим образом: в радиусе 1,5-2,5 км (зона наибольшей

загрязненности) по 8 направлениям-румбам (хотя и не обязательно строго по азимуту); в радиусе 2,5-5 км (зона значительного влияния) - по 10-12 румбам, а в радиусе 5-10 км (зона обычно фиксируемого влияния объекта) - по 16-24 румбам. В таком случае пробные площадки оказываются друг от друга (по периметру) на равномерном расстоянии 1,5-2 км.

роза ветров – диаграмма, представляющая режим ветра в данном месте. Это кружок, от центра которого расходятся лучи по основным румбам (направлениям) горизонта. Внутри кружка цифрами указывается повторяемость штилей, а длины лучей пропорциональны повторяемости ветров данного направления. Концы лучей обычно соединяют ломаной линией.

Представленная схема носит рекомендательный характер, поскольку в природных условиях положение элементарных участков и количество пробных площадок зависят от ландшафтно-геохимических особенностей территории. При сильном загрязнении вокруг мощных предприятий в направлении господствующих ветров территорию обследуют на расстоянии до 20-30 км, а в направлении наименьшей повторяемости и силы ветров — примерно в 2 раза меньше.

Выбор места для отбора проб ***биоты*** является специфической задачей биомониторинга. Здесь же необходимо отметить принципиальную особенность данной процедуры - ***«индикационный» характер*** поиска места для такого пробоотбора. Он заключается в том, что наблюдение за показателями состояния растительности и животного мира и должно подсказать исследователю, где ему отбирать пробы биообъектов для последующего анализа на предмет их загрязненности.

В операцию «поиска источника» или места пробоотбора часто также включается задача ***идентификации*** характера воздействия или загрязняющего вещества *(установление его природы, расшифровка состава основных компонентов смеси).* При отсутствии технической возможности или необходимости в идентификации она должна заменяться более простой задачей *обнаружения,* т.е. ***подтверждения факта наличия*** загрязняющего вещества в среде. В случае обнаружения вредного физического фактора целесообразно сразу проводить количественное измерение его уровня.

Эти задачи должны решаться максимально ***экспрессно*** (т.е. *за минимальный промежуток контрольного времени),* сопоставимо по времени с пробоотбором. От быстроты первичной оценки при обнаружении источника загрязнения или воздействия вредного ФФ зависит не только длительность (а значит, и экономичность) вышеуказанных процедур, но часто и безопасность персонала.

Применяемые методы и технические средства должны быть способны обнаруживать максимально *специфично* (т.е. *избирательно по отношению к искомому ЗВ или ФФ* - на фоне мешающих примесей или других имеющихся

факторов). В случае идентификации требование о специфичности средства заменяется требованием, чтобы техническое средство было ***селективно,*** т.е. *способно одновременно* (или последовательно) *различать в анализируемой среде несколько* даже похожих по свойствам веществ (факторов).

Еще одной значимой характеристикой средства обнаружения является ***чувствительность,*** т.е. *способность фиксировать минимально возможные концентрации ЗВ или уровни ФФ.* Это свойство метода экоаналитического контроля наряду с экспрессностью и специфичностью входят и классическую «триаду» важнейших свойств средства контроля.

При неавтоматизированном («ручном») режиме обнаружения обычно используются ***портативные*** («простейшие») ***средства экспрессного контроля*** (для воздуха это индикаторные трубки, экспресс-тесты на основе индикаторных бумажек или пленок, другие индикаторные элементы; для воды и вытяжек из почвы - это тесты или тест-комплекты, а также микро- (мини)-портативные переносные лаборатории с упрощенными (обычно качественными или полуколичественными) операциями анализа.

Для автоматического обнаружения обычно применяют малогабаритные *сенсоры* и другие ***чувствительные элементы*** - устройства, обладающие свойствами быстродействующего *первичного преобразователя* контролируемого параметра окружающей среды в аналитический сигнал (изменение окраски, перепад электрического тока, напряжения или другого фиксируемого показателя), т.е. являющиеся ***сигнализаторами.*** Выполнив задачу обнаружения (или идентификации) ЗВ, средства выдают информацию, необходимую для принятия решения о проведении следующей операции - **пробоотбора.**

Тема 1. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ

Если воздух - среда, в которой человек постоянно находится и ею дышит, то воду человек ежедневно употребляет в пищу, вводя ее в состав собственных тканей. С этой точки зрения, качество потребляемой воды в значительной мере определяет и состояние нашего организма.

Интенсивная эксплуатация природных источников, мощное развитие промышленности и недостаточная вторичная очистка воды привели к сильному загрязнению водоемов. В больших городах с населением 5-10 млн. человек потребление воды очень велико: до тысячи и больше литров в день на человека. Города растут, растут и проблемы водоснабжения. Та вода, которая есть, очень загрязнена, и требуется масса сил на ее очистку. Природа не справляется с мутными реками стоков, которыми города наполняют реки планеты.

Говоря о качестве воды, мы имеем в виду основанные на нормативах ее потребительские свойства, т.е. пригодность для пищевого, хозяйственного или другого использования. Оценить качество воды и обозначить тенденции в его изменении можно с помощью физических, химических, биологических исследований.

В качестве объекта исследования можно взять воду как из природных источников (рек, озер, прудов, родников и т.д.), так и из водопровода, а также бутилированную воду.

Выделяют **гидрологические** и **гидробиологические** методы оценки воды. Первая группа методов характеризует гидрологический режим водного объекта с его ресурсным потенциалом, его способность к самоочищению, восприимчивость к экологическим нарушениям. К гидрологическим показателям относятся: температура воды, проточность, площадь водного зеркала, глубина, площадь водосбора, типы прилегающих территорий и др. Методы определения гидрологических параметров в большинстве своем, не сложны, не требуют дорогостоящего оборудования и обычно не вызывают затруднений в работах школьников и студентов.

Выделяют 4 группы показателей качества воды:

А. Органолептические показатели. К органолептическим показателям относятся цветность, запах, вкус и привкус, мутность и пенистость. Определение показателей этой группы является обязательным при любом исследовании воды.

Б. Гидрохимические показатели. Данная группа включает показатели, свойственные воде в ее естественном (природном) состоянии, характеризующие химический состав воды и определяемые, как правило, гидрохимическими методами. В число основных гидрохимических показателей качества воды входят: водородный показатель (pH), растворенный кислород, минерализация (анионы – карбонаты,

гидрокарбонаты, сульфаты, хлориды, катионы (кальций, магний, натрий и калий), сухой остаток, общая жесткость, биогенные элементы (нитраты, фосфаты, аммоний, нитриты, фториды, железо общее).

В. Содержание химических токсикантов. Показатели данной группы также характеризуют химический состав воды, однако, в отличие от показателей предыдущей группы, они не свойственны природному составу воды и попадают в нее, как правило, в ходе загрязнения окружающей среды. К химическим соединениям-токсикантам данной группы относят: пестициды, хлорсодержащие органические вещества, фенолы, формальдегид, тяжелые металлы, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), нефтепродукты и др.

Г. Микробное загрязнение. Нормативными документами (СанПиН 2.1.4.559-96 и др.) установлены такие показатели микробной загрязненности проб воды, как общее содержание (в 100 мл пробы воды) колиформных бактерий, общее микробное число (в 1 мл), количество мест лямблий (в 50 л).

Все они нормативно обеспечены, т.е. имеют соответствующие величины ПДК (законодательно или ведомственно устанавливаемый норматив количества вредного вещества в окружающей среде, которое принимается как практически не влияющее на здоровье человека). Данные по значениям ПДК опубликованы как в учебных изданиях, так и в специализированных справочниках.

Предельно допустимые концентрации веществ для различных категорий водопользования различны. Например, **санитарные ограничения** регламентируют возможности купания при наличии одних веществ, а **санитарно-гигиенические нормативы** лимитируют использование воды для питья и приготовления пищи при наличии в ней других веществ. Поэтому ПДК разных веществ различаются *лимитирующим показателем вредности* (ЛПВ). При этом выделяют:

- органолептический ЛПВ, изменяющий органолептические свойства воды – цвет, запах, вкус;
- общесанитарный ЛПВ, влияющий на общесанитарное состояние водоема, в частности на скорость протекания процессов самоочищения;
- токсикологический ЛПВ, влияющий на организм человека и обитающих в воде животных.

Для водных объектов культурно-бытового и хозяйственно-питьевого назначения нормирование осуществляется по токсикологическим, общесанитарным и органолептическим показателям, а для водных объектов рыбохозяйственного назначения – в основном по токсикологическим и отчасти по органолептическим.

При питьевом и рекреационном назначении вода нормируется по 11 основным показателям. При этом ПДК установлены более чем для 1200 ядовитых веществ.

При гидробиологической оценке используются обитающие в водоеме живые организмы – гидробионты. Показателями могут быть видовой состав, количество и биомасса гидробионтов, а также трофность и сапробность водоема. Объектами гидробиологической оценки могут быть фито- и зоопланктон, бентос, макрофиты, рыбы и др.

При исследовании качества воды нужно отобрать пробы для анализов, которые необходимо проводить в соответствии со следующими правилами:

- для получения максимально достоверного вывода нельзя ограничиваться одной пробой: надо брать их не меньше трех, а результат рассчитывать по среднему значению;
- чем меньше времени проходит после отбора пробы перед ее анализом, тем точнее результат;
- выполняйте эксперименты, строго следуя предлагаемым методическим рекомендациям.

Определение органолептических свойств воды

Определение показателей этой группы является обязательным при любом исследовании воды. Также бывает, что приходится использовать воду из природных водоемов (реки, ручьи, озера, родники). Как правило, это происходит во время экскурсий на природу, походов выходного дня, спортивных походов. Поэтому элементарные знания и умения по оценке качества воды будут весьма полезными.

В третьих каждый человек инстинктивно чувствует, какая это вода, хорошая («вкусная», «сладкая») или плохая. Подкрепить инстинктивные чувства теоретическими знаниями и практическими умениями в данной области просто необходимо. Методы оценки, изложенные ниже, очень просты и не требуют сложной аппаратуры. В большинстве случаев оценка построена на использовании стандартных шкал, в то же время ряд оценочных критериев предусматривают проведение экспериментальных исследований.

Общие требования, предъявляемые к качеству питьевой воды:

1. Вода должна быть прохладной, иметь хорошие органолептические свойства, то есть быть прозрачной, бесцветной, без привкуса и запаха.

2. Вода должна быть пригодна по своему химическому составу, то есть концентрация токсических химических веществ не должна превышать

ПДК, а для ряда не токсических веществ допустимы концентрации, которые не ухудшают ее органолептические свойства.

3. Вода должна быть безопасной в эпидемическом отношении, то есть не содержать патогенных простейших: бактерий, вирусов, яиц гельминтов.

1. Определение температуры

Температура играет важную роль в оценке качества воды. Большое количество физических, химических и биологических характеристик воды зависит от ее температуры:

- количество растворенного в воде кислорода (при низких температурах кислород растворяется в воде лучше, чем при высоких);
- продуктивность фотосинтеза водных растений (растения быстрее вырастают и отмирают, т.о. повышение температуры воды является косвенной причиной эвтрофикации);
- скорость обмена веществ у водных обитателей (с повышением температуры она возрастает, поэтому жизненные циклы водных беспозвоночных проходят в более короткие сроки. Это может отрицательно сказаться на перелетных птицах, которые эволюционно адаптированы к конкретному спектру питания во время своих миграций);
- чувствительность организмов к отравляющим веществам и болезнетворным микроорганизмам (так, при тепловом загрязнении водоемов рыбы оказываются более уязвимы к отрицательным воздействиям).

Нужно отметить, что вода при температуре 8-15°С обладает лучшими освежающими и утоляющими жажду свойствами. С повышением температуры эти свойства ухудшаются. При 25-30°С вода неприятна и вызывает рвотный рефлекс. Поэтому по международному стандарту температура питьевой воды не должна превышать 25°С.

Оборудование: проба воды, термометр

Ход работы. Держите в пробе воды термометр в течение 5 мин. Данные занесите в таблицу 1.2.

2. Определение прозрачности

Количество взвешенных в воде частиц определяет ее прозрачность. Это могут быть частицы ила, глины, промышленных и сельскохозяйственных стоков.

Взвешенные частицы способствуют нагреву воды, т.к. поглощают тепловое излучение. Это приводит к падению уровня растворенного в воде

кислорода, а также снижению продуктивности фотосинтеза. Твердые частицы забивают жабры рыб, ослабляют иммунные свойства организмов. Уменьшение прозрачности природных вод свидетельствует об их загрязнении.

Прозрачность воды является показателем эффективности процесса осветления воды на очистных сооружениях. При прозрачности менее 30 см ограничивается водопотребление. Гигиеническое нормирование осадка обусловлено тем же, что и прозрачности.

Способ 1.

Оборудование: шрифт Снеллена, цилиндр с плоским дном, линейка, проба воды.

Ход работы. Прозрачной считают воду, если через ее слой в 30 см отчетливо читается шрифт Снеллена. Налейте исследуемую воду в цилиндр с плоским дном, поместите туда шрифт Снеллена на расстоянии 4 см от дна цилиндра, сливайте воду до тех пор, пока сверху через слой воды можно будет прочесть этот шрифт. Высоту столба оставшейся воды измерейте линейкой и выразите степень прозрачности в см. Данные занесите в таблицу 1.2. Шрифт Снеллена можно найти на любой станции СЭС.

Способ 2. (по Мансуровой и Кокуевой, 2001).

1. Налейте в стеклянный мерный цилиндр исследуемую воду.
2. Попробуйте сверху различить газетный текст стандартного шрифта сквозь налитую в цилиндр воду. Цилиндр с водой должен находиться над текстом на высоте 4-5 см. Высота водяного столба в сантиметрах, сквозь который текст можно прочитать, считают значением прозрачности воды.
3. Оцените прозрачность исследуемой воды по одной из трех характеристик: прозрачная, малопрозрачная, непрозрачная.

3. Определение осадка в воде.

Оборудование: проба воды, цилиндр.

Ход работы. Взболтанную в бутылке воду налейте в цилиндр слоем до 30 см и оставьте в покое на 1 час. Осадок оцените качественно (песчаный, глинистый, илистый, кристаллический, хлопьевидный). Отметьте цвет осадка. Данные занесите в таблицу 1.2.

4. Определение запаха воды

Искусственные запахи и привкусы могут быть показателями загрязнения воды промышленными сточными водами. Естественные запахи и привкусы интенсивностью выше 2 баллов свидетельствуют о наличии в воде биологически активных веществ, выделяемых сине-зелеными водорослями. Возможны случаи загрязнения воды при

аварийных разливах нефти, нефтепродуктов, поверхностно-активных веществ. При интенсивности запахов и привкусов выше 2 баллов ограничивается водопотребление.

Шкала определения интенсивности запахов и привкусов (баллы):

О - не ощущается;

1 - не определяется потребителем, но обнаруживается опытным исследователем;

2 - слабый, обнаруживается потребителем только в том случае, если указать на него;

3 - заметный, обнаруживается потребителем и вызывает его неодобрение;

4 - отчетливый, обращающий на себя внимание и делающий воду непригодной для питья;

5 - очень сильный, делающий воду непригодной для питья.

Таблица 1.1.

Шкала оценки запахов

Символ	Характер запаха	Примерный род запаха
А	Ароматический	Огуречный, цветочный
Б	Болотный	Илистый, тинистый
Г	Гнилостный	Фекальный, сточный
Д	Древесный	Мокрой щепы, древесной коры
З	Земленистый	Прелый, свежевспаханной земли, глинистый
П	Плесневелый	Затхлый, застойный
Р	Рыбный	Рыбьего жира, рыбный
С	Сероводородный	Тухлым яйцом
Т	Травянистый	Скошенной травой, сеном
Н	Неопределенный	Естественного происхождения, не подходящий под предыдущие определения

Оборудование: колба (пробирка) с притертой пробкой, вода, шкала оценки запахов.

Ход работы. Колбу с притертой пробкой наполните до 2/3 объема исследуемой водой и сильно встряхните, затем откройте пробку и вдыхайте запах. Для усиления интенсивности запахов коническую колбочку (на 200-300 мл) наполните до 1/2 ее объема исследуемой водой, закрыть стеклом и нагревайте до 60^0С. Затем колбочку вращательным движением взболтайте и, сдвинув стекло, быстро определите запах. Данные занесите в таблицу 1.2.

5. Определение вкуса и привкуса воды

Оборудование: стакан с водой, шкала определения вкуса и привкуса (см. выше).

Ход работы. Наберите воду в рот маленькими порциями, не проглатывая. Отметьте наличие вкуса (соленый, горький, кислый, сладкий) или привкуса (щелочной, металлический, вяжущий и тому подобное), оцените в баллах. Данные занесите в таблицу 1.2.

6. Определение цветности воды

Цвет природной воды обусловлен наличием в ней гуминовых кислот, загрязнений промышленных предприятий, соединений железа, наличия цветущих водорослей. Увеличение или уменьшение цветности подземных вод свидетельствует об их загрязнении. Цветность является показателем эффективности обесцвечивания воды на водопроводных сооружениях.

Оборудование: цилиндр, пробирки, белый лист бумаги, питьевая вода, дистиллированная вода.

Ход работы. Цвет воды определите качественно путем сравнения окраски профильтрованной воды (в количестве не менее 40 мл) с окраской равного объема дистиллированной воды. Цилиндры с пробками рассмотрите под белым листом бумаги, характеризуя исследуемую воду как «бесцветная», «слабо-желтая», «буроватая» и так далее. Данные занесите в таблицу 1.2.

Таблица 1.2.

Показатели, характеризующие органолептические свойства воды

Показатели	Нормативы	Оценка (дается исследователем)
Температура	Не более 25"	
Прозрачность	Не менее 30 см	
Цветность	Бесцветная	
Запах	До 2-3	
Привкус	Баллы	
Осадок	Без осадка	

После проведения всех лабораторных работ сформируйте заключение о качестве анализируемой воды.

Определение содержания растворенного кислорода в пробе воды

Растворенный кислород – важный фактор, говорящий о благополучном состоянии водоема, о возможности существования в нем живых организмов.

Большая часть кислорода поступает в водоемы из атмосферы. Поставщиками кислорода также являются водоросли и высшие растения, выделяющие его в процессе фотосинтеза.

Основным физическим фактором, влияющим на концентрацию растворенного кислорода, является температура. При низких температурах он растворяется в воде лучше, чем при высоких. Таким образом, количество кислорода варьирует в течение суток и в течение года. В проточной воде отмечается большее количество кислорода, чем в стоячей, т.к. атмосферный кислород в первом случае легче переходит в растворенное состояние. Органические отходы, поступающие с промышленными, сельскохозяйственными или бытовыми стоками – также одна из причин изменения содержания кислорода в воде.

Изменение содержания кислорода сказывается на видовом разнообразии обитателей водоема. Так, в одном случае распространяются требовательные к кислороду организмы, а в другом – толерантные (устойчивые) к его низкому содержанию.

Таблица 1.3.

Потребность в кислороде различных пресноводных рыб

Потребность в кислороде (1мг на 1 л воды)	Названия рыб
7-11	Рыбы, обитающие в холодных реках с быстрым течением: форель, гольян, подкаменщик
5-7	Хариус, пескарь, голавль, налим
4	Плотва, ерш
0,5	Линь

Предлагаем определить содержание растворенного кислорода следующим способом (по Насоновой, 1995).

Оборудование: пробы воды, 30%-ная серная кислота, 0,02н раствор $KMnO_4$ (316 мг $KMnO_4$ растворить в 10 мл воды), стеклянная посуда на 50 мл, стеклянная палочка.

Ход работы.

1. Отфильтруйте пробы воды.

2. К 5 мл отфильтрованной воды добавьте 0,5 мл 30%-ной серной кислоты и 1 мл 0,02н раствора перманганата калия.
3. Тщательно перемешайте содержимое и оставьте на 20 минут при температуре 20^0С.
4. Оцените результаты, пользуясь таблицей 1.4.

Таблица 1.4.

Содержание растворенного кислорода в воде

Цвет раствора	Содержание растворенного кислорода в воде, мг/л
ярко-розовый	1
лилово-розовый	2
слабо лилово-розовый	4
бледно лилово-розовый	6
бледно-розовый	8
розово-желтый	12
желтый	16

Справка: предельно возможная концентрация кислорода, растворенного в воде, летом – 15-20 мг/л, зимой – 20-30 мг/л.

Определение содержания ионов водорода в воде: pH фактор воды

С помощью данного исследования можно определить содержание ионов водорода в воде. В том случае, если содержание ионов водорода H^+ и гидроксид-ионов OH^- в воде одинакова, ее pH=7, и водная среда считается нейтральной. Если ионов H^+ больше, чем гидроксид-ионов, то pH<7; вода имеет кислую реакцию. Если же концентрация OH^- превышает концентрацию H^+, то pH>7; такая вода обладает основной, или щелочной, реакцией.

Значения pH для некоторых веществ, известных всем по их использованию в быту таковы: у лимонного сока pH = 2, у уксуса pH = 3, у пепси-колы pH = 4, у нормального дождя pH = 6, у дистиллированной воды pH = 7, у пищевой соды pH = 8,3; у аммиака pH = 11, у извести pH = 12.

Наиболее низкие значения pH (т.е. наибольшую кислотность) имеют болотные воды, где присутствуют гуминовые кислоты. Наиболее высокие значения pH у подземных вод, насыщенных углекислым газом.

Человек влияет на кислотные характеристики. При сжигании любого ископаемого топлива (угля, горючего сланца, мазута) в составе выделяющихся газов содержатся диоксиды серы и азота. Выбрасываемые в атмосферу, они превращают выпадающие дожди в слабый раствор кислот:

$4NO_2 + 2H_2O + O_2 = 4HNO_3$;

$2SO_2 + 2H_2O + O_2 = 2H_2SO_4$;

$SO_2 + H_2O = H_2SO_3$.

Кислотные дожди закисляют природные воды. В случае если русло реки проходит в известковых породах, закисленная вода может оказаться нейтрализованной за счет реакции воды и известняков:

$CaCO_3 + 2HNO_3 = Ca(NO_3)_2 + H_2O + CO_2$.

Значение pH является важным фактором, влияющим на жизнь водных обитателей. Большинство их очень чувствительно к изменению значения pH. При экстремальных значениях pH (выше 9,6 и ниже 4,5) вода становиться непригодной для жизни большинства организмов. К значению кислотности особенно чувствительны личиночные стадии организмов. Если вода имеет кислую реакцию, то для живых организмов возрастает опасность повреждающего действия тяжелых металлов, т.к. в такой воде увеличивается подвижность ионов тяжелых металлов.

Оборудование: пробы воды, универсальная индикаторная бумага, цветная шкала pH, pH-метр.

Ход работы.

1. Отберите пробу воды с участка водоема, максимально отдаленного от берега.
2. Определите значение pH с помощью универсальной индикаторной бумаги или pH-метра немедленно после взятия пробы, поскольку изменение температуры воды влияет на значение pH.
3. Опустите в исследуемую воду кусочек универсальной индикаторной бумаги и сравните ее цвет с цветной шкалой. Определите значение pH. **Или**
4. Ополосните зонд pH-метра дистиллированной водой, опустите его в пробу исследуемой воды и снимите показания pH (этот метод более точен, но до начала эксперимента необходимо тщательно проверить pH-метр, используя готовые растворы с известным значением pH) . Вновь ополосните зонд перед тем, как поместить его на хранение в буферный раствор.
5. Повторите опыт с пробами воды из различных источников.

Исследование воды на содержание нитратов и нитритов

Азот является важным элементом, необходимым для построения белков и нуклеиновых кислот всеми живыми организмами. В водных экосистемах азот присутствует в молекулярном виде и в составе ионов. Молекулярный азот недоступен растениям. Исключением из водных растений являются лишь сине-зеленые водоросли. Растения водоемов поглощают азот в составе ионов аммония (NH_4^+), нитрит-ионов (NO_2^-) и нитрат-ионов (NO_3^-). Животные получают азот из среды в составе белков и нуклеиновых кислот, которые попадают к ним по цепям питания. После гибели и разложения организмов азот в виде ионов вновь попадает в воду.

Избыточный азот попадает в природные источники воды вместе со стоками. Особенно много его вблизи сельскохозяйственных угодий. Это связано со смывом азотных удобрений с полей, а также с попаданием в воду отходов животноводства с ферм. Стоки вод, богатые азотом, попадают в природные источники либо через грунтовые воды, либо непосредственным путем, будучи смытые дождями. Избыточное количество азота в воде отрицательно сказывается на жизнедеятельности обитателей водоема.

Нормальным считается содержание нитрат-ионов 10 мг/л, а нитрит-ионов – 1 мг/л. Предельно допустимая концентрация (ПДК) нитратов в воде водоемов – 45 мг/л, а нитритов – 3,3 мг/л.

Оборудование: пробы воды, бумажные индикаторы для обнаружения связанного азота; раствор дифениламина; пробирки, реактив Грисса (приготовление описано в Приложении), водяная баня.

Ход работы.

Способ 1.

Химический анализ воды на содержание в ней нитратов и нитритов в условиях школьных химических лабораторий выполнить очень сложно. Однако оценить содержание этих ионов воде можно с помощью промышленно изготавливаемых и продающихся готовых бумажных индикаторов. Таковыми являются, например, «Аквачеки». Бумажный индикатор (одна полоска) опускается в исследуемую воду. По изменению цвета индикатора, интенсивности его окрашивания судят о количестве нитрат-ионов и нитрит-ионов, сравнивая образец со стандартной шкалой.

Определите в исследуемой пробе воды примерное содержание нитрат-ионов и нитрит-ионов.

Способ 2.

На часовое или предметное стекло поместите 3 капли раствора дифениламина, приготовление которого описано в Приложении (**Осторожно!**), и 1-2 капли исследуемой воды. В присутствии нитрат- и нитрит-ионов появляется синее окрашивание, интенсивность которого зависит от их концентрации.

Способ 3. Качественное определение нитрит-ионов с приближенной количественной оценкой

В пробирку налейте 10 мл исследуемой воды, прибавьте 1 мл реактива Грисса (Соблюдайте технику безопасности!) и нагрейте до 70-80°С на водяной бане. Через 10 мин. появившуюся окраску сравните со шкалой (табл.1.5).

Таблица 1.5.

Ориентировочное содержание нитритов

Окрашивание при рассмотрении		**Нитриты, мг/л**	
сбоку	**сверху**	**по азоту**	**по нитритам**
нет	нет	Менее 0,001	Менее 0,003
нет	чрезвычайно слабо-розовое	0,001	0,003
едва заметное розовое	очень слабо-розовое	0,002	0,007
очень слабо-розовое	слабо-розовое	0,004	0,013
слабо-розовое	светло-розовое	0,015	0,050
светло-розовое	розовое	0,030	0,100
розовое	сильно-розовое	0,060	0,200
сильно-розовое	красное	0,150	0,500
красное	ярко-красное	0,300	1,000

Определение нитратов и нитритов в воде по методу А.Л.Рычкова

Предельно допустимая концентрация (ПДК) нитритов (NO_2^-) в питьевой воде водоемов 3,3 мг/л, нитратов (NO_3^-)- 45 мг/л.

Оборудование и реактивы: риванол (этакридина лактат), антипирин, оксафенамид, стрептоцид, гидрокарбонат натрия (пищевая сода), физиологический раствор (0,9% раствор хлорида натрия в дистиллированной воде), а также соляная кислота и дихромат калия (их можно приобрести в аптеке).

Определение нитритов.

Для контроля нитритов можно воспользоваться одним из трех методов, пределы обнаружения у которых составляют 1,3; 1,6 и 2 мг/л нитрит-ионов.

Риванольная реакция. К 1 мл исследуемой воды прибавляют 1 мл физиологического раствора и смешивают с 1 мл риванольного раствора (таблетку растворяют при нагревании в 200 мл 8%-ной соляной кислоты). Если появится бледная розовая окраска, значит, уровень нитритов в питьевой воде недопустим.

Антипириновая реакция. 1 мл питьевой воды смешивают с 1 мл физиологического раствора (концентрация нитритов при таком разведении падает вдвое), 1 мл раствора антипирина (одна таблетка в 50 мл 8%-ной соляной кислоты) и быстро прибавляют две капли 1°/о-ного раствора дихромата калия. Смесь нагревают до появления признаков кипения. Если в течение 5 мин. раствор становится бледно-розовым, то значит, что в нем содержится более 1,6 мг/л нитрит-ионов, а в пробе питьевой воды соответственно вдвое больше (выше 3,2 мг/л). В этом случае содержание нитрит-ионов превышает предельно допустимую концентрацию.

Домашняя модификация метода Грисса. Метод Грисса довольно трудоемок, но этот метод санитарно-гигиенического контроля можно вполне повторить на кухне, не используя быстроокисляющиеся реактивы и специальную аппаратуру

К 1 мл солянокислого раствора стрептоцида (таблетка 0,5 г в 50 мл 8%-ной соляной кислоты) прибавляют 1 мл анализируемой воды, предварительно разбавленной вдвое дистиллированной водой или физраствором, и ставят на 2 мин. в холодильник. Затем в смесь понемногу присыпают гидрокарбонат натрия, пока не перестанут выделяться пузырьки газа. Здесь главное не переборщить с содой, так как ее избыток мешает цветной реакции. Поэтому следует добавлять ее по крупинкам. После того, как кислота нейтрализована, остается прибавить 1 мл холодного раствора оксафенамида в 10%-ный раствор гидрокарбоната натрия (в 100 мл физраствора растворяют 20 таблеток по 0,5 г гидрокарбоната натрия и 1 таблетку оксафенамида). Если в течение 5 мин. смесь приобретает бледно-желтую окраску, вода не пригодна к употреблению.

Определение аммиака и ионов аммония в воде
(с приближенной количественной оценкой)

Предельно допустимая концентрация (ПДК) аммиака и ионов аммония в воде водоемов 2 мг/л по азоту или 2,6 мг/л в виде иона аммония.

Оборудование: пробирки, 30%-ый раствор сегнетовой соли, реактив Несслера (приготовление описано в Приложении 1).
Ход работы.

1. В пробирку налейте 10 мл исследуемой воды, прибавьте 0,2-0,3 мл 30%-ного раствора сегнетовой соли и 0,2 мл реактива Несслера **(Осторожно! Реактив содержит соль ртути и щелочь. Работать в вытяжном шкафу, используя пипетку с грушей**).
2. Через 10-15 мин. Проведите приближенное определение по таблице 1.6.

Таблица 1.6.

Ориентировочное суммарное содержание аммиака и ионов аммония в воде

Окрашивание при рассмотрении		Аммиак и ионы аммония	
сбоку	сверху	мг азота/л	мг NH_4^+/л
нет	нет	0,04	0,05
нет	Чрезвычайно слабо-желтоватое	0,08	0,1
чрезвычайно слабо-желтоватое	слабо-желтоватое	0,2	0,3
слабо-желтоватое	светло-желтое	0,8	1,0
желтое	буровато-желтое	2,0	2,5
мутноватое, резко желтое	бурое, раствор мутный	4,0	5,0
интенсивно бурое, раствор мутный	бурое, раствор мутный	Более 10,0	Более 10,0

Качественное определение хлоридов в пробах воды
(с приближенной количественной оценкой)

В поверхностных водах количество хлоридов зависит от характера пород, слагающих бассейны, и варьирует в значительных пределах - от десятых долей до тысячи миллиграммов на литр. В реках северной части России хлоридов обычно немного, не более 10 мг/л, в южных районах эта величина повышается до десятков и сотен мг/л. Много хлоридов попадает в водоемы со сбросами хозяйственно-бытовых и промышленных сточных

вод. Этот показатель весьма важен при оценке санитарного состояния водоема.

Концентрация хлоридов в водоемах-источниках водоснабжения допускается до 350 мг/л. Вода, содержащая хлориды в концентрации более 350 мг/л имеет солоноватый привкус, а при концентрации 500-1000 мг/л неблагоприятно влияет на желудочную секрецию.

Оборудование: пробы воды, 10%-ый раствор нитрата серебра.
Ход работы:

1. В пробирку налейте 5 мл исследуемой воды и добавьте 3 капли 10%-ного раствора нитрата серебра. Приблизительное содержание хлоридов определяют по осадку или помутнению (табл.1.7).
2. Сделайте выводы о наличии хлоридов в пробах воды.

Таблица 1.7.

Определение содержания хлоридов

Осадок или помутнение	Концентрация хлоридов, мг/л
Опалесценция или слабая муть	1—10
Сильная муть	10—50
Образуются хлопья, но осаждаются не сразу	50—100
Белый объемистый осадок	Более 100

Качественное определение сульфатов в пробах воды
(с приближенной количественной оценкой)

Содержание сульфатов в природных поверхностных и подземных водах обусловлено выщелачиванием горных пород, биохимическими процессами и др. В северных водоемах сульфатов обычно немного, в южных районах, где воды более минерализованы, содержание сульфатов увеличивается. Сульфаты попадают в водоемы также со сбросами сточных вод.

Концентрация сульфатов в воде источников водоснабжения допускается до 500 мг/л.

Оборудование: пробы воды, пробирки, раствор соляной кислоты (1 часть концентрированной HCl растворить в 5 частях воды), 5%-ный раствор хлорида бария.
Ход работы:

1. В пробирку внесите 10 мл исследуемой воды, 0,5 мл раствора соляной кислоты и 2 мл 5%-ного раствора хлорида бария, перемешайте.
2. По характеру выпавшего осадка определите ориентировочное содержание сульфатов:
   - при отсутствии мути - концентрация сульфат-ионов менее 5мг/л;
   - при слабой мути, появляющейся не сразу, а через несколько минут 5-10 мг/л;
   - при слабой мути, появляющейся сразу после добавления хлорида бария, - 10-100 мг/л;
   - сильная, быстро оседающая муть свидетельствует о достаточно высоком содержании сульфат-ионов (более 100 мг/л).

Определение общего количества примесей

Эта работа позволяет оценить общее количество нерастворимых веществ, растворимых минеральных солей и взвешенных частиц. Минеральный состав воды включает в себя катионы: кальция, железа (II), натрия; анионы: сульфат-ион, нитрат-ион, гидрокарбонат-ион, дигидрофосфат-ион и др. Минеральные вещества жизненно необходимы для живых организмов. Природный баланс минеральных веществ может меняться в сторону увеличения их содержания в связи с загрязнением водоемов промышленными стоками, смывами с улиц, где зимой применялись песчано-солевые смеси, смывами с удобряемых полей и газонов и др.

Большое количество примесей может ухудшить качество воды. С другой стороны, недостаточное количество минеральных солей, например, таких, как фосфаты и нитраты, также пагубно: оно снижает эффективность фотосинтеза.

Оборудование: технохимические или аналитические весы, разновесы; фарфоровая чашка на 150 мл; мерный стакан на 100 мл; сушильный шкаф или муфельная печь; эксикатор с осушителем (прокаленный хлорид кальция).

Ход работы.

1. Отбор пробы постарайтесь сделать как можно дальше от берега (соблюдайте осторожность!).
2. Фарфоровую чашку тщательно вымойте, высушите в сушильном шкафу до постоянной массы, т.е. так, чтобы ее масса не менялась

после двух последующих операций высушивания. Запишите массу фарфоровой чашки (m1).

3. Отмерьте 100 мл пробы воды и выдержите ее в сушильном шкафу при температуре около 105°С в течение нескольких часов до полного выпаривания воды. Не допускайте разбрызгивания воды.
4. Остудите чашку в эксикаторе и взвешиванием определите ее массу (m2).
5. Для определения общего количества примесей сделайте следующий расчет: (m2 – m1): 100 мл. Пересчитайте эту величину, получив количество примесей в миллиграммах на литр воды.

Измерение общей жесткости воды

Жесткость воды зависит от содержания в ней катионов кальция и магния, которые присутствуют в воде в составе сульфатов, гидрокарбонатов, хлоридов. То или иное содержание ионов кальция и магния в воде вызывается рядом естественных причин, например, определенным составом омываемых горных пород.

В то же время на степень жесткости влияют и антропогенные факторы. Так, например, хлорид кальция часто используется в приготовлении составов против обледенения дорог зимой. Весной талыми водами смываются в реки дорожные смеси, и количество хлорида кальция в них возрастает.

Различают временную и постоянную жесткость воды. Временная жесткость воды обусловлена наличием гидрокарбонат-ионов и устраняется кипячением. В процессе кипячения гидрокарбонаты кальция и магния разлагаются с образованием нерастворимых в воде карбонатов, оседающих на стенках сосуда в виде накипи:

$$Ca(HCO_3)_2 = CaCO_3 + H_2O = CO_2\uparrow;$$
$$Mg(HCO_3)_2 = MgCO_3 + H_2O = CO_2\uparrow.$$

Кроме кипячения, которое смягчает воду, устраняя временную жесткость, есть и другие способы смягчения воды, например, добавление в воду карбоната натрия (стиральная сода), использование ионообменников и др.

Постоянная жесткость обусловлена присутствием в воде хлорид-ионов и сульфат-ионов. Она не устраняется кипячением, т.к. сульфаты и хлориды устойчивы к нагреванию.

Жесткость воды измеряется суммой мг-экв ионов кальция и магния в 1л воды. При этом 1 мг-экв отвечает содержанию 20,04 мг/л кальция или 12,16 мг/л магния. Вода считается очень мягкой, если общая жесткость

составляет до 1,5 мг-экв/л. Мягкая вода содержит 1,5 – 3 мг-экв/л. Если жесткость 3-6 мг-экв/л, - вода умеренно-жесткая. Вода считается жесткой, если содержит 7-9 мг-экв/л. Очень жесткая вода обладает общей жесткостью более 9 мг-экв/л.

К каким осложнениям в нашей жизни приводит жесткая вода? Во-первых, жесткая вода мешает мылу проявлять свои моющие свойства. При смешивании мыла с мягкой водой оно легко в ней растворяется с образованием мутного раствора со слоем пены на поверхности. Если же мыло добавить к жесткой воде, ионы кальция и магния химически взаимодействуют с мылом, образуя при этом нерастворимые соединения, которые видны в виде хлопьев или клейкого налета. Моющие свойства у такого осажденного мыла отсутствуют. Также этот налет оседает на одежде, коже, волосах при их мытье.

Некоторые положительные и отрицательные свойства жесткой воды приведены в таблице 1.8.

Таблица 1.8.

Свойства жесткой воды

Положительные свойства	Отрицательные свойства
Поставляет кальций в организмы	Большой расход мыла, образование осадка
Вкус лучше	Образование накипи в трубопроводах, котлах, чайниках
Предпочтительна для варки пива	Хуже развариваются продукты

Измерить общую жесткость воды предлагается несколькими способами.

Способ 1.

Согласно ГОСТу общую жесткость воды определяют методом комплексонометрического титрования, основанным на вытеснении эриохрома черного Т из комплекса с ионами кальция и магния более сильным комплексоном – этилендиаминтетрауксусной кислотой (ЭДТА).

Эриохром черный Т представляет собой азокраситель, обладающий сопряженной системой двойных связей, обеспечивающей окраску данного соединения (голубой цвет при pH более 8). С ионами кальция и магния это соединение образует комплекс розово-фиолетового цвета.

Этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТА, трилон Б) – наиболее сильный из известных в настоящее время комплексонов. Количество ионов кальция и магния, находящихся в связанном состоянии, определяют титрованием розово-фиолетового раствора эриохрома черного Т раствором ЭДТА известной концентрации. Поскольку ЭДТА является более сильным комплексоном по сравнению с эриохромом черным Т, то последний вытесняется из комплекса с металлами, и в точке эквивалентности розовая

окраска исчезает, появляется голубое окрашивание, соответствующее раствору свободного эриохрома черного Т. (Приготовление реактивов описано в Приложении).

Оборудование: бюретки, пипетки, конические колбы на 100мл, капельницы, мерный цилиндр на 100мл, 0,05М раствор трилона Б, аммиачный буферный раствор, эриохром черный, пробы воды.
Ход работы.

1. Отберите 10 мл исследуемой питьевой воды в плоскодонную колбу на 100 мл, добавьте 1-2 мл аммиачного буфера с pH = 8 и на кончике шпателя краситель эриохром черный Т до получения светло-розового окрашивания.
2. Титруйте приготовленный раствор 0,05М раствором трилона Б до появления голубого цвета раствора.
3. Жесткость воды в мг-экв/л рассчитайте по формуле:

$$\text{Жесткость, мг-экв/л} = \frac{0{,}05 \times 1000 \times V}{10}, \text{ где}$$

0,05 – молярность трилона Б; V – объем трилона Б, пошедший на титрование, мл; 1000 – коэффициент пересчета в л; 10 – объем пробы воды, взятой на анализ, мл.

Способ 2.
Оборудование: штатив с держателем, шпатель, бюретка, 3 конические колбы на 100мл, мерный цилиндр 10 мл, фильтровальная бумага, воронка, раствор мыла (10г/л в смеси воды и этанола), дистиллированная вода, водопроводная вода, исследуемая вода, известковая вода, сульфат кальция.
Ход работы.

1. Мерным цилиндром налейте 10 мл водопроводной воды в коническую колбу.
2. Наполните бюретку мыльным раствором. Добавьте 1 мл мыльного раствора в колбу и встряхните ее. Если пена не образуется, добавьте по каплям еще раствор мыла. После добавления каждой капли необходимо встряхивать содержимое колбы. Продолжайте добавлять мыльный раствор, пока не образуется устойчивая пена высотой 1 см. Эта пена должна держаться 30 или более секунд.
3. Запишите объем мыльного раствора, необходимый для образования устойчивой пены с 10 мл водопроводной воды.
4. Промойте колбу и повторите действия 1-3 с другими образцами воды: дистиллированной, известковой, из исследуемого водоема и очень жесткой водой, приготовленной взбалтыванием шпателя сульфата кальция с 20 мл дистиллированной воды и последующим

фильтрованием насыщенного раствора сульфата кальция от не растворившейся твердой соли.

5. Для сравнительной оценки следует проделать эксперименты с водой различной жесткости, а также с эталонными растворами веществ, обуславливающих жесткость воды. Результаты занесите в таблицу 1.9.

Таблица 1.9.

Сравнительная жесткость воды

Пробы воды, растворы	Количество капель мыльного раствора до появления пенной шапки высотой 1 см
Дистиллированная вода	
Водопроводная вода	
Исследуемая вода (проба 1)	
Исследуемая вода (проба 2)	
Исследуемая вода (проба 3)	
Раствор хлорида кальция	
Раствор сульфата кальция	
Раствор гидрокарбоната кальция	
Известковая вода	

Обнаружение нефтепродуктов

(по Ашихмина Т.Я., 2000)

Нефть - сложная смесь органических веществ. Основные компоненты нефти:

- парафины (предельные углеводороды);
- циклопарафины (циклические предельные углеводороды);
- ароматические углеводороды;
- соединения серы, азота, металлоорганические комплексы;
- естественные радиоактивные элементы (уран, торий).

Нефтяные загрязнения чаще возникают из-за экологически неграмотной деятельности человека.

После разгрузки нефтеналивные суда заполняют морской водой, которая образует с нефтепродуктами устойчивую эмульсию. Эту эмульсию затем сливают в морс недалеко от порта. Попавшая в море или океан нефть быстро растекается в виде тонкой пленки, препятствующей поступлению в воду свободного кислорода.

Часть нефти, оказавшаяся в водоеме, даст с водой эмульсию, губительно действующую на живые организмы. При концентрациях,

больше 0,05 мг/л, уменьшается количество фитопланктона, погибает молодь. Вредное воздействие особенно губительно для обитателей прибрежной зоны и мелководья.

Наибольшую опасность для живых организмов представляют ароматические углеводороды, содержащиеся в нефти, их присутствие в количествах 10^{-6}-10^{-5}% вызывает быстрые и нередко существенные изменения в биологической среде водоема, за счет чего происходит нарушение тонко сбалансированных процессов в цепях питания.

При авариях на нефтеналивных судах и при значительных выбросах нефти может происходить практически полное вымирание морских рыб, птиц и других животных.

Простейшие способы обнаружения примесей нефти

Признаки наличия нефтепродуктов в воде:
- радужная пленка на поверхности воды;
- масляное пятно на фильтровальной бумаге после высыхания нанесенной пробы воды;
-обесцвечивание подкисленного раствора перманганата калия.

Обнаружение загрязнения водоемов пленочной нефтью проводят визуально.

Ход работы:

По приведенной ниже шкале (табл.1.10) дайте оценку загрязнения водоемов пленочной нефтью.

Таблица 1.10.

Оценка загрязнения водоемов пленочной нефтью
(по Кузнецов М.А. и др., 1994)

Внешний вид водоема	Балл
Отсутствие пленок и пятен	1
Отдельные пятна и серые пленки на поверхности воды	2
Пятна и радужные пленки на поверхности воды. Отдельные промазки нефти по берегам и прибрежной растительности. Купаться неприятно из-за нефти	3
Нефть в виде пятен и пленок покрывает большую часть поверхности водоема. Берега и прибрежная растительность вымазаны нефтью. Купаться невозможно из-за присутствия нефти.	4
Поверхность реки покрыта нефтью видимой и во время волнения. Берега и прибрежные сооружения	5

вымазаны нефтью. Купаться невозможно.	

Обнаружение фенолов
(по Ашихмина Т.Я., 2000)

Фенол, оксибензол, карболовая кислота C_6H_5OH - бесцветные, розовеющие при хранении кристаллы с характерным запахом. Фенол обладает слабокислыми свойствами, в воде растворяется плохо, образуя азеотропную смесь.

Применяют для производства фенолформальдегидных смол (бакелитов), капролактама, пикриновой кислоты, всевозможных красителей, пестицидов, лекарств, как антисептик для дезинфекции. На основе фенола синтезируются алкилфенолы, которые служат присадками к высококачественным маслам и сырьем для производства поверхностно-активных веществ.

Фенол и его производные - сильные яды. Механизм отравления таков: блокируются сульфгидрильные группировки жизненно важных ферментов, а в итоге нарушаются окислительно-восстановительные реакции в клетках организма.

Пары фенола в воздухе становятся опасными при концентрации > 0,001 мг/л. Почти 90% паров задерживается в легких. При сублетальном хроническом отравлении раздражаются дыхательные пути, появляются тошнота, мышечная слабость и потливость.

ПДК фенола варьирует от 0,1 мг/л в нехлорированной воде до 0,001 мг/л в хлорированной. Такая разница не случайна. Основной метод обеззараживания воды в нашей стране - это хлорирование. При этом фенол, если он присутствует в воде, превращается в пентахлорфенол (в 250 раз более токсичный, чем фенол) и 2,4,6-трихлорфенол (канцероген). А дальнейшее превращение этих веществ ведет к диоксинам.

Все промышленные стоки, которые могут содержать фенол, подлежат обязательной очистке. К сожалению, фенол часто, минуя очистку, попадает в реки и озера. Кроме того, фенол может образовываться в водоемах при гниении остатков древесины. Особенно опасны затопленные вырубки лесов, заторы бревен на лесосплавах. В воде фенол интенсивно поглощает кислород, возникают заморы, вода становится неприятной на вкус, а рыба, накапливая фенол в тканях, превращается в несъедобную.

Лабораторные методы определения фенолов трудоемки, длительны и требуют специальных приборов и реактивов. Самое простое определение - качественное (по появлению запаха хлорфенолов).

Оборудование: пробы воды, конические колбы, раствор хлорной извести или белизна.
Ход работы:
В коническую колбу емкостью 200 мл внесите 100 мл исследуемой воды и затем добавьте раствор 0,5 мл хлорной извести (**Осторожно!**) или 0,5 мл белизны. Через 10 минут определите (сначала на холоде, потом при нагревании), появился ли характерный для хлорфенолов «аптечный» запах.

Качественное обнаружение ионов свинца в пробах воды

Свинец является одним из основных загрязнителей окружающей среды. Он обладает способностью поражать центральную и периферическую нервную систему, костный мозг и кровь, сосуды, генетический аппарат, нарушает синтез белка, вызывает малокровие и параличи. Большая концентрация свинца тормозит биологическую очистку сточных вод. Основными источниками загрязнения свинцом являются выхлопные газы автотранспорта и сточные воды различных производств. Допустимая концентрация свинца в воде - 0.03 мг/л.

Оборудование и реактивы: пробы воды, фильтровальная бумага, 0,2%-ный раствор родизоната натрия, буферный раствор.

Ход работы:

На лист фильтровальной бумаги нанесите несколько капель исследуемого раствора и добавьте 1 каплю свежеприготовленного 0,2% раствора родизоната натрия. В присутствии ионов свинца образуется синее пятно или кольцо. При добавлении 1 капли буферного раствора синий цвет превращается в красный. Реакция очень чувствительна: обнаруживаемый минимум 0,1 мкг.

Буферный раствор: 1,9 г гидротартрата натрия $NaHC_4H_4O_6$ и 1,5 г винной кислоты $H_2C_4H_4O_6$ растворить в 100 мл дистиллированной воды.

Обнаружение сероводорода, гидросульфидов и сульфидов

Качественное определение в воде сероводорода и его солей можно проводить по наличию специфического запаха (пороговая концентрация восприятия запаха находится в пределах 0,1-0,3 мг/л) на месте отбора пробы, так как он быстро исчезает за счет окисления сероводорода.

Другой метод качественной оценки основан на реакции сероводорода и сульфидов с ионами свинца с образованием темного сульфида свинца. Определяют сероводород на месте отбора пробы.

Оборудование и реактивы: пробы воды, свинцовая бумага,
Приготовление свинцовой бумаги. Бумагу готовят смачиванием фильтровальной бумаги 5%-ным слабоподкисленным уксусной кислотой раствором ацетата свинца. После сушки бумагу, разрезанную на узкие полоски, хранят в банке с притертой пробкой.

Ход работы:

В бутыль, наполненную на 3/4 исследуемой водой, поместите полоску свинцовой бумаги, смоченную дистиллированной водой, зажимая ее между пробкой и горлышком. Потемнение бумаги указывает на присутствие свободного сероводорода. При отрицательной реакции воду подкисляют. Потемнение бумаги при подкислении указывает на наличие сульфидов.

Качественное обнаружение катионов тяжелых металлов

Находящиеся в питьевой воде и в поверхностных водах примеси тяжелых металлов, как правило, имеют очень малые концентрации (10^{-6}-10^{-8}моль/л). Для того, чтобы определить присутствие этих загрязнителей с помощью качественных реакций, следует предварительно провести концентрирование примесей (например, вымораживанием или каким-либо другим способом). При выполнении качественных реакций необходимо строго придерживаться условий, при которых данная реакция протекает и дает заметный аналитический эффект. Для сравнения следует взять эталонный раствор, содержащий ПДК определяемого иона, или приготовить серию стандартных растворов с известными концентрациями.

Железо. Предельно допустимая концентрация общего железа в воде водоемов и питьевой воде 0,3 мг/л, лимитирующий показатель вредности органолептический.

Общее железо. В пробирку помещают 10мл исследуемой воды. прибавляют 1 каплю концентрированной азотной кислоты, несколько капель раствора пероксида водорода и примерно 0.5 мл раствора роданида калия. При содержании железа 0,1 мг/л появляется розовое окрашивание, а при более высоком - красное.

Железо (II). Гексацианоферрат (III) калия $K_3[Fe(CN)_6]$ в кислой среде (pH ~ 3) образует с катионом Fe^{2+} осадок турнбулевой сини темно-синего цвета:

$3Fe^{2+} + 2[Fe(CN)_6]^{3-} = Fe_3[Fe(CN)_6]_2\downarrow$.

К 1 мл исследуемой воды добавить 2-3 капли раствора серной кислоты и 2-3 капли раствора реактива.

Железо (III). Гексацианоферрат (II) калия $K_4[Fe(CN)_6]$ в слабокислой среде с катионом Fe^{3+} образует темно-синий осадок берлинской лазури:

$4Fe^{3+} + 3[Fe(CN)_6] = Fe_4[Fe(CN)_6]_3\downarrow$.

К 1 мл исследуемой воды прибавить 1-2 капли раствора соляной кислоты и 2 капли раствора реактива.

Колориметрический экспресс-метод

1. Железо (III). К 5 мл исследуемой воды прибавить 3 капли роданида аммония (или калия), перемешать и сравнить окраску пробы со шкалой (табл.).

2. Общее железо. К 5 мл исследуемой воды прибавить 1 каплю бромного раствора и 3 капли раствора соляной кислоты. Через 5 минут прибавить 3 капли раствора роданида аммония (калия), перемешать и сравнить со шкалой (табл.).

3. Железо (II). Определяют расчетным путем - по разности между содержанием общего железа и железа (III).

Таблица 1.11.

Шкала для определения железа

Fe, мг/л	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6
Р-р№1.мл	1,0	1,7	3,2	4,7	6,2	7,8	9,2	10,4	11,6
Р-р№2.мл	0,7	1,7	3,4	5,1	7,0	9,0	11,1	13,7	16,3
Вода	до 50 мл								

Приготовление растворов:

Роданид аммония. 3,8 г NH_4SCN растворить в 100 мл дистиллированной воды.

Гексацианоферрат (III) калия. 5,5 г $K_3[Fe(CN)_6]$ растворить в 100 мл дистиллированной воды.

Бромный раствор. К 2,5 г $KBrO_3$ прибавить 5 г КВг и растворить в 100 мл дистиллированной воды.

Раствор № 1. К 2 мл 10%-ного раствора хлорида платины прибавить 10 мл концентрированной соляной кислоты и довести до 100 мл дистиллированной водой.

Раствор № 2. 2,5 г $CoCI_2$ х $6H_20$ растворить в 50 мл дистиллированной воды, прибавить 10 мл концентрированной соляной кислоты и довести объем до 100 мл.

Марганец.

ПДК марганца в воде водоемов 0,1 мг/л, лимитирующий показатель вредности органолептический.

Качественное обнаружение.

В колбу помещают 25 мл исследуемой воды, подкисляют несколькими каплями 25%-ной азотной кислоты, прибавляют по каплям 2%-ный раствор нитрата серебра до тех пор, пока продолжается помутнение. Затем вводят 0,5 г персульфата аммония или несколько кристалликов диоксида свинца, нагревают до кипения. В присутствии марганца при концентрации 0,1 мг/л и выше появляется бледно-розовая окраска:

$$2\ Мп^{2+}+5\ РЬO_2+4H^+ \longrightarrow МпO_4^- +5РЬ^{2+}+2H_2O.$$

Медь.

ПДК меди в воде 0,1 мг/л, лимитирующий показатель вредности органолептический.

Качественное обнаружение

1. В фарфоровую чашку поместить 3-5 мл исследуемой воды, осторожно выпарить досуха и на периферийную часть пятна нанести каплю концентрированного раствора аммиака. Появление интенсивно синей или фиолетовой окраски свидетельствует о присутствии $Си^{2+}$.

$Cu^{2+}+ 4NH_4OH \longrightarrow \{Cu(NH_3)_4\}^{2+} +4H_2O$

2. 5-10 мл исследуемой воды встряхнуть в цилиндре с небольшим количеством (10-20 мг) адсорбента - фторида кальция или талька. Ионы меди (II), находящиеся в воде, адсорбируются на его поверхности. Осадок отделить, осторожно слив воду, поместить на часовое стекло или в углубление на фарфоровой пластинке. Рядом для сравнения нанести каплю дистиллированной воды («холостой опыт»). К испытуемому осадку и воде одновременно прибавить по капле раствора хлорида железа (III) и по капле 0,2 М раствора тиосульфата натрия, перемешать стеклянной палочкой и сравнить скорость обесцвечивания обеих проб.

В «холостом опыте» наблюдается медленное обесцвечивание интенсивно окрашенного в фиолетовый цвет комплексного аниона $[Fe(S_2O_3]$;

в присутствии же ионов меди, играющих роль катализатора, фиолетовый раствор обесцвечивается моментально.

Приготовление растворов:

0,2 М раствор тиосульфата натрия: 0.5 г Na,S,0,, • 5H,0 растворить в 100 мл дистиллированной воды.

Раствор хлорида железа (III): 4,5 г соли растворить в 100 мл дистиллированной воды.

Стандартный раствор: 1,95 г $CuSO_4$ • 5H,0 растворить в 1 л дистиллированной воды (в 1 мл раствора содержится 0,5 мг меди).

Ртуть

ПДК ртути в воде водоемов 0,0005 мг/л, лимитирующий показатель вредности санитарно-токсикологический.

Количественные методы определения ртути в воде трудоемки, поэтому в школьных условиях можно ограничиться качественными методами анализа. В связи с тем, что ПДК ртути очень низка, особое внимание должно быть уделено концентрированию анализируемой пробы.

Ртуть (I) и ртуть (II). На стеклянную пластинку поместить по капле испытуемой пробы, азотной кислоты и раствора дифенилкарбазида. В присутствии ионов ртути (1 и II) появляется интенсивно-синее окрашивание раствора.

Ртуть (1). Хромат калия дает с катионами одновалентной ртути красный осадок хромата ртути: 1

$$\{Hg_2\}^{2+} + CrO_4^{2-} \rightarrow Hg_2CrO_4\downarrow,$$

а гидроксиды - черный осадок оксида ртути (1):

$$\{Hg_2\}^{2+} + 2OH^- \rightarrow Hg_2O\downarrow + H_2O$$

В две пробирки поместить по 1 мл исследуемой воды; в первую пробирку добавить 1-2 капли раствора хромата калия, а в другую - 1-2 капли раствора щелочи. Появление красного и черного осадков свидетельствует о наличии в пробе ионов ртути (1).

Ртуть (II). В пробирку поместить 4-5 капель испытуемой воды и осторожно опустить палочку, смоченную раствором йодида калия. Вокруг палочки образуется ярко-красное кольцо йодида ртути, которое быстро исчезает:

$$Hg^{2+} + 2J^- \rightarrow HgJ_2\downarrow$$

$$HgJ_2 + 2J^- \rightarrow \{HgJ_4\}^{2-}.$$

Приготовление растворов:

Раствор йодида калия: 0,83 г K.J растворяют в 10 мл дистиллированной воды.

Раствор дифенилкарбазида: 0.1 г реактива растворяют в 10 мл 96%-ного этилового спирта. **Техника безопасности! После работы вымыть руки.**

Раствор хромата калия: 0.48 г K_2CrO_4 растворяют в 10 мл дистиллированной воды.

Оценка качества водоемов с помощью методов биоиндикации

О качестве воды в пресноводном водоеме, а также о его экологическом состоянии, можно судить не только с помощью приборов, но и с помощью обитающих в водоеме живых организмов - гидробионтов. Соответствующие методы оценки называют гидробиологическими.

При гидробиологической оценке состояния водоемов и качества воды показателями, в общем случае, могут быть видовой состав, количество и биомасса гидробионтов, а также трофность и сапробность водоема.

Объектами гидробиологической оценки могут быть фито- и зоопланктон, бентос, макрофиты, рыбы и др. Получены научные данные о том, что повышенное содержание в воде различных токсикантов приводит к массовым нарушениям эмбрионального и личиночного развития, появлению многочисленных уродств. У молоди рыб нередко развиваются токсикозы, выражающиеся в появлении опухолей и нарушении отдельных органов (печень, мозг, жаберный аппарат и др.). Как показали исследования в ряде участков Невской губы Финского залива, практически 100 % леща, плотвы, судака, ерша имеют признаки патологии.

Загрязнение воды вызывает изменение в составе водной фауны. Чем сильнее загрязнение, тем больше изменяется ее видовой состав.

Наиболее типичными представителями чистых водоемов являются личинки веснянок, поденок и ручейников (см. Приложение 2). Все они преимущественно водятся под камнями или около них. Среди обитателей загрязненных водоемов наиболее типичным представителем является трубочник. В сильно загрязненных водоемах в черте города число трубочников может достигать 100 000 на 1 $м^2$ дна, и эти скопления выглядят красноватыми подушками.

Другие беспозвоночные, обладающие разной устойчивостью к загрязнению, также представлены на рисунках (см. Приложение 2).

Определение качества водоема с помощью индекса Майера

Этот метод использует приуроченность различных групп водных беспозвоночных к водоемам с определенным уровнем загрязненности и применим для водоемов любых типов. Следует иметь в виду, что полученные с помощью данного метода результаты могут считаться результатами лишь предварительной оценки. Кроме того, успешное применение метода требует известных навыков, а также микроскопа (желательно, бинокуляра) и соответствующих определителей или иллюстрированных таблиц.

Оборудование и методика отбора проб донной фауны.

Для сбора беспозвоночных со дна водоема пользуются разным оборудованием. Самым распространенным является водный сачок. Его легко изготовить самим, применив для этого прочную мелкоячеистую сетку (рис. 1).

Отбор проб из водоемов с галечным дном и средним течением осуществляют с помощью сетчатого экрана, длина и высота которого составляет 1 м. Эта сетка натягивается между двумя деревянными палками, концы которой погружаются в грунт.



Рис. 1. Малый водный сачок.

Ход работы.

1. Отберите пробы воды с помощью водного сачка. Для этого сачок опустите в воду на нужную глубину так, чтобы отверстие было перпендикулярно ее поверхности, и ведите в сторону, несколько отклонив обруч назад (рис. 2). Закончив проводку на заданной глубине, поверните сачок отверстием вверх (параллельно поверхности воды) и по

возможности быстро выньте. Необходимо дать воде стечь и после этого рассмотреть содержимое сачка, положив сачок на ровную поверхность, или поместив содержимое в ванночку с водой.

Если вы используете сетчатый экран, то делать это нужно следующим образом. На намеченном участке установите экран перпендикулярно течению. Встаньте по течению напротив сетки на расстоянии 1-2 м и двигайтесь к ней, сильно взбаламучивая грунт и переворачивая крупные камни. Течение будет вовлекать в сетку мелких беспозвоночных

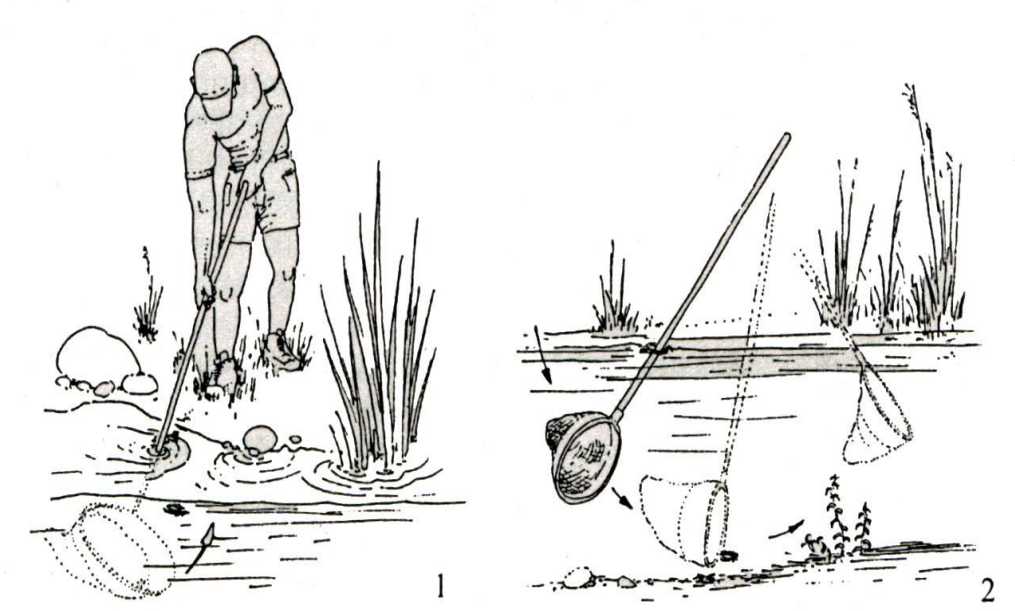


Рис.2. Ловля сачком крупных беспозвоночных: 1 – ловля у поверхности воды, 2 – ловля на глубине.

2. Поместите беспозвоночных в плоскую посуду с водой и определите животных с помощью соответствующих определителей и рисунков (см. Приложение 2)**.**

Преимущество при определении индекса Майера состоит также в том, что не нужно определять беспозвоночных с точностью до вида. Организмы-индикаторы по методу Майера относят к одной из трех индикаторных групп, приведенных в таблице 1.12.

Таблица 1.12.

Состав водных организмов в индикаторных группах по методу Майера

Обитатели чистых вод	Организмы средней чувствительности	Обитатели загрязненных водоемов
Личинки веснянок Личинки поденок	Бокоплав Речной рак	Личинки комаров-звонцов

Личинки ручейников Личинки вислокрылок Двустворчатые моллюски	Личинки стрекоз Личинки комаров - долгоножек Моллюски-катушки Моллюски-живородки	Пиявки Водяной ослик Прудовики Личинки мошки Малощетинковые черви Трубочники Личинки комаров-дергунов

При обработке результатов нужно отметить, какие из приведенных в таблице 1 индикаторных групп обнаружены в пробах. Количество обнаруженных групп из первого раздела таблицы необходимо умножить на 3, количество групп из второго раздела - на 2, а из третьего - на 1. Получившиеся цифры складывают, и значение суммы характеризует степень загрязненности водоема (таблица 1.13).

Таблица 1.13.

Сумма баллов	Состояние водоема	Класс качества
Более 22	Отличное	1
17-21	Хорошее	2
11-16	Удовлетворительное	3
Меньше 11	Плохое	4-7

Оценка качества водоемов с помощью методов биотестирования

Большой интерес при оценке качества воды представляют также методы биотестирования, которые позволяют непосредственно определить реакцию водной биоты на загрязнение. Методы биотестирования относятся также к гидробиологическим методам. Они отличаются от методов биоиндикации тем, что позволяют определить реакцию водной биоты на загрязнения по различным тестовым организмам - как простейшим (инфузориям, дафниям), так и высшим - рыбам (гуппиям). Такая реакция иногда является наиболее показательной, особенно применительно к оценке качества загрязненных вод (природных и сточных) и даже позволяет регистрировать изменения биологически значимых показателей (тест-функций) тест-объектов с последующей оценкой их состояния в соответствии с выбранным критерием токсичности. Основная цель биотестирования – исследование зависимости «доза – эффект», «время – реакция».

Влияние загрязнителей на жизнеспособность рачка артемии

(Мансурова, Кокуева, 2001)

Рачок артемия – мелкое ракообразное, представляющее собой одно из первых звеньев в водных цепях питания. Яйца артемии обладают высокой жизнеспособностью. Представление об общей токсичности воды можно составить путем сравнения процента вылупившихся личинок артемии в воде из природного источника с контролем.

Оборудование: чашки Петри, 1%-ный раствор поваренной соли, бинокулярный микроскоп, пипетки, пробы воды, яйца артемии.
Ход работы.

1. Отберите 50 яиц артемии (их можно купить в зоологическом магазине) и поместите в чашку Петри с 20 мл 1%-ного раствора поваренной соли (0,5г соли на 50 мл воды). Эта проба является контрольной.
2. Приготовьте 1%-ные растворы поваренной соли с водой, взятой из исследуемых источников.
3. Поместите по 50 яиц артемии в другие чашки Петри с пробами исследуемой воды. Опыт проводите в 3-5 повторностях.
4. Ежедневно в течение недели проверяйте в чашках образование личинок из яиц. Для этого поставьте чашку под микроскоп, а с одного края чашки – источник света. Личинки артемии приплывут к свету – вам останется лишь сосчитать их и удалить из чашки пипеткой.
5. Тщательно ведите ежедневные записи, а в конце недели определите и сравните процент числа вылупившихся личинок в контрольном опыте и пробах воды.
6. Сделайте вывод о той или иной степени общей химической токсичности воды из разных водоемов.

Оценка токсичности водоема с помощью хлореллы

Тестирование с помощью Chlorella vulgaris (зеленой одноклеточной водоросли) позволяет провести оценку токсичности на уровне чувствительности, принятом в большинстве альгологических и токсикологических лабораторий мира. При работе с зелеными водорослями полученные результаты можно (с известной степенью допущения) экстраполировать на высшие растения.

Оборудование: Пробирки, пробки, пипетка, мерный цилиндр, фотокюветы или пробирочные контейнеры, центрифуга, суспензия водорослей, пробы воды.

Ход работы:

1. Опыт проводят как минимум в трех повторностях. Воду из различных источников разлейте по 5 мл в пробирки.
2. Суспензию водорослей очистите с помощью центрифуги (при скорости 3000 об/мин в течение 2 мин.). Потом надосадочную жидкость слейте, промойте осадок дистиллированной водой и снова центрифугируйте. Эту процедуру проводят 3 раза.
3. Очищенную культуру водорослей разбавьте и внесите в пробирки в одинаковых количествах (2-3 капли) до появления зеленоватой окраски раствора.
4. В качестве контроля можно использовать воду из незагрязненного источника или искусственную питательную среду.
5. Пробирки закройте ватно-марлевыми пробками, наденьте на них бумажные колпачки для предохранения от попадания грязи. Далее пробирки пронумеруйте, разложите наклонно в фотокюветы и инкубируйте на свету. Подсветку можно осуществлять с помощью естественного света, лампы накаливания или люминесцентной лампы.
6. Водоросли инкубируйте в течение 10-14 суток. Во время инкубации необходимо периодически встряхивать пробирки, чтобы предотвратить появление осадка из клеток.
7. По окончании эксперимента оцените степень развития водорослей по одному из следующих показателей: плотность суспензии (замеряют на фотоэлектрокалориметре или спектрофотометре), накопленная биомасса (взвешивают), суммарный объем клеток (суспензию набирают в капилляры, центрифугируют и замеряют высоту осадка; чем выше столбик осадка, тем большее число клеток находится в суспензии). Оптическая плотность замеряется только в тех вариантах, в которых водоросли не погибли (суспензия клеток имеет зеленый цвет). Если водоросли погибли, то суспензия приобретает желтый цвет или совсем обесцвечивается.
8. Данные занесите в таблицу 1.14.

Таблица 1.14.

Значения оптической плотности (другие параметры) суспензии клеток водорослей в пробах воды

Номера пробирок	Значение оптической плотности в разных пробах воды							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1								

2								
3								
Среднее								

9. Для получения сопоставимых результатов по итогам тестирования рассчитайте индекс токсичности оцениваемого фактора (ИТФ) и определите класс токсичности по таблице (см. Приложение 1).
10. На основании полученных данных сделайте выводы.

Тема 2. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОЗДУХА

От загрязнения воздуха страдают люди, животные и растения. Например, отходы медеплавильных заводов – хлор, мышьяк, сурьма – вызывают гибель домашних и диких животных, поедающих отравленную этими веществами пищу. Тяжелые заболевания скота наблюдаются от фтористых соединений. Медь и цинк, попадающие с выбросами заводов в землю, могут полностью уничтожить травяной покров.

В России наиболее неблагоприятными с точки зрения здоровья населения по-прежнему остаются города с высокой концентрацией промышленности. Загрязненная атмосфера вызывает увеличение числа заболеваний дыхательных путей, происходит рост аллергенных заболеваний. По заключению ученых, патологии связаны с воздействием пыли, сернистого ангидрида, серной кислоты и двуокиси азота.

Загрязнение атмосферного воздуха наносит также большой экономический ущерб. Наличие в воздухе соединений серы ускоряет процессы коррозии металлов, разрушение зданий, сооружений и памятников культуры, ухудшает качество промышленных изделий и материалов. Установлено, например, что в промышленных районах сталь ржавеет в 20 раз, а алюминий разрушается в 100 раз быстрее, чем в сельской местности.

Вредные для человека и природы выбросы могут перемещаться в воздушных потоках на большие расстояния. Например, выбросы промышленных предприятий Германии и Великобритании переносятся на расстояния более 1000 км и выпадают на территории Скандинавских стран, а из северо-восточных штатов США – на территории Канады. Законодательством нашей страны установлены предельно-допустимые концентрации (ПДК) для воздуха населенных пунктов - максимально-разовые (измеренные за 20 мин.) и среднесуточные, воздуха рабочей зоны, воздуха промышленных площадок. В настоящее время установлены ПДК для более чем 500 веществ.

Методология оценки качества воздуха помещений в значительной степени основана на принципах промышленной гигиены и количественной оценке загрязнителей атмосферного воздуха. Дополнительную трудность здесь представляет недостаток информации об эффекте длительного воздействия низких концентраций загрязнителей.

Аналитические методы, используемые в промышленной гигиене, разработаны для измерения высоких концентраций и не применимы ко многим загрязнителям, в то время как количество загрязнителей, содержащихся в воздухе помещений, может быть велико, а их концентрация, как правило, низка. Аналитические методы достаточно трудоемки, а углубленные исследования с отбором большого количества проб далеко не всегда необходимы.

Предлагаемые ниже методы исследования позволяют определить приблизительную концентрацию загрязнителей, они являются достаточными для решения многих из существующих проблем. После проведения оздоровительных мероприятий проводятся повторные измерения, а более глубокая проверка с полным аналитическим исследованием предпринимается только в том случае, когда не обнаруживается никаких явных признаков улучшения.

Исследование загрязнения окружающей среды по физико-химическим характеристикам снега

(по Голубкина, Шамина, 2003)

Оценка загрязнения окружающей среды по степени загрязнения снежного покрова является широко используемым во всем мире приемом проведения мониторинга окружающей среды. Такие исследования могут включать оценку степени запыленности воздуха, загрязнения тяжелыми металлами, нитратами, сульфатами, хлоридами, органическими веществами и т. п.

Вредные вещества, выбрасываемые промышленными предприятиями, автомобильные выхлопы и др. накапливаются в снегу в течение всей зимы. В связи с этим результаты обследования ближайшего квартала по степени загрязнения снежного покрова имеют важное практическое значение.

При выполнении данной работы решаются следующие задачи:

1. Установление количества механических примесей в снеге (запыленности местности).
2. Определение pH талого снега.
3. Оценка уровня окиси углерода в воздухе вблизи мест отбора проб снега.
4. Оценка содержания ионов хлора на обследуемой территории.
5. Определение распределения содержания ионов кальция и магния на выбранной территории.
6. Составление схемы распределения загрязнения на территории и оценка по результатам исследования степени экологического риска.

Оборудование: пробы снега, фильтровальная бумага, конические колбы, воронки, пипетки, сушильный шкаф, универсальная индикаторная бумага, 10% р-р $AgNO_3$.

Ход работы

Отбор проб

1. Перед началом исследования составьте схему обследуемой территории с указанием выбранных мест отбора снега, основных зданий и

сооружений и их назначения. Мест отбора проб снега должно быть не менее 10.

2. Ориентируясь по схеме, отберите образцы снега в обозначенных местах на площадках размером не менее 1 $м^2$ Количество снега должно составлять свыше 600—800 г. В качестве емкостей для сбора снега удобно пользоваться полиэтиленовыми бутылями на 1,5—2 л из-под питьевой воды, для чего у них отрезают ножницами верхнюю суживающуюся часть (снег в емкости должен быть плотно утрамбован). Каждая емкость должна быть пронумерована в соответствии с номерами мест отбора проб снега, номер закреплен на емкости скотчем (для нумерации может быть использован также лейкопластырь).

3. Для таяния снега собранные образцы оставьте при комнатной температуре до следующего занятия. В день сбора образцов снега следует приготовить к следующему занятию складчатые фильтры, плоскодонные колбы и химические воронки. Каждый складчатый фильтр взвесьте на аналитических весах. Вес бумажного фильтра и номер пробы запишите на краю фильтра карандашом. Параллельно пронумеруйте плоскодонные колбы в соответствии с номерами проб.

4. Во время отбора проб снега определите концентрацию окиси углерода, используя газоанализатор «Элан». Работа прибора основана на изменении электропроводности раствора серной кислоты при пропускании анализируемого воздуха через электролитическую ячейку.

Определение запыленности территории

1. После того как снег растаял, отфильтруйте его через предварительно взвешенный складчатый фильтр. Измерьте объем талого снега каждой пробы.
2. Бумажные фильтры поместите в сушильный шкаф, нагретый до температуры 60-80°С, или оставьте при комнатной температуре до следующего занятия.
3. После высушивания фильтры взвесьте и определите массу осадка. Поскольку объем талого снега во всех образцах разный, то для того, чтобы можно было провести сравнительную оценку запыленности территории, каждую величину пересчитайте на 1 л (кг) талого снега:

Количество пыли на 1кг снега = масса осадка х1000 / объем талого снега

Определение pH талого снега

В работе используют индикаторную бумагу (интервал pH 1—14) или pH-метр; pH талого снега можно определить во время фильтрования.

Качественное определение ионов хлора

Метод основан на осаждении хлорида серебра:

$$AgNO_3 + Cl^- = AgCl\downarrow + NO^-,$$

В пробирку налейте 5 мл пробы профильтрованного талого снега и добавьте 3 капли 10%-ного раствора азотнокислого серебра. Примерное содержание хлор-иона определите по внешнему виду осадка:
— опалесцирующий (слабая муть) — содержание Cl^- 1—10 мг/л;
— сильная муть — содержание Cl^- 10—50 мг/л;
— хлопья, осаждающиеся не сразу, — содержание Cl^- 50—100 мг/л;
— белый объемный осадок — содержание Cl^- более 100 мг/л.

Определение общей жесткости в пробах снега

(методику определения см. выше в разделе «Оценка экологического качества воды»).

Все результаты занесите в таблицу 2.1:

Таблица 2.1.

№ пробы	Объем талого снега, мл	Масса пыли, г		Жесткость талого снега, мг-экв/л	Содержание ионов хлора, мг/л	Содержание CO, мг/м^3
		в пробе	в 1л			

В выводах по проведенной работе должно быть отражено:

1) определение наибольшего экологического риска в одной из точек исследования;

2) объяснение, откуда появилось загрязнение ионами кальция и магния, ионами хлора в том или ином пункте отбора проб

3) выявление наиболее экологически благоприятных зон.

Исследование токсичности снега с помощью биотестирования

Оборудование: семена какого-либо вида растений (например, кресс-салата) со всхожестью не менее 70% (методика определения всхожести семян описана в Приложении), чашки Петри, фильтровальная бумага, пробы снега, дистиллированная вода.

Ход работы.

1. Отберите пробы снега из разных участков города: близ автомагистралей, с тротуара тихой улицы, в парке и т.п. Принесите снег в помещение и растопите его.
2. На дно чашек Петри настелите 2-3 слоя фильтровальной бумаги и разложите по 50-100 семян кресс-салата.
3. Фильтровальную бумагу в чашках увлажните 5 мл талой воды. На поверхность семян настелите еще один слой фильтровальной

бумаги, смоченной той же водой, чашки закройте и поставьте на проращивание (методика проращивания подробно описана в Приложении). Не забудьте подписать чашки, указав, откуда взята проба.

4. В качестве контроля используйте дистиллированную воду.
5. По окончании проращивания оцените следующие показатели: а) всхожесть семян, б) длину проростков. Полученные данные занесите в таблицу 2.2.

Таблица 2.2.

Всхожесть семян в % (или средняя длина проростков в мм)

Проба снега	Всхожесть семян, %	Средняя длина проростков, мм
Тротуар оживленной улицы		
Тротуар тихой улицы		
Двор		
Парк		
Дистиллированная вода		

6. Сделайте вывод о той или иной степени токсичности снега в разных участках города.

Анализ пылевого загрязнения атмосферы

Присутствие в воздухе твердых частиц является важной характеристикой чистоты воздуха. Хорошо улавливается пыль липкой поверхностью, а если она будет прозрачной, то при подсчете пылевых частиц можно использовать микроскоп. С помощью математических методов можно вычислить количество пыли, осаждающейся на 1 $м^2$ в течение часа.

Оборудование: ловушки с липкой поверхностью, картонный прямоугольник (15х20см) с круглым отверстием в центре (диаметр 4 см), заклеенным липкой лентой, и шнурком для закрепления или предметные стекла, намазанные в центре вазелином (диаметр 2 см), лупы, микроскопы.

Способ 1.

Ход работы (по Дядюн Т.В., «Биология в школе», №3, 2000г).

1. Опишите место сбора данных, отметьте время.
2. Укрепите «ловушку» на высоте 1,5 м от земли.

3. С помощью микроскопа или лупы подсчитайте количество пылевых частиц на каждой «ловушке» (для быстроты подсчета можно разделить липкий участок на 4 части, подсчитать в одной и умножить на 4).
4. Вычислите средний показатель по группе.
5. Заполните таблицу 2.3.

Таблица 2.3.

Загрязнение воздуха твердыми частицами

Участок помещения	Количество пылевых частиц
Коридор	
Аудитория	
Вестибюль	
Лестница	

6. Сравните участки по степени загрязненности пылевыми частицами и определите места с наибольшей и наименьшей загрязненностью.
7. Предложите способы защиты от пылевого загрязнения.

Способ 2 (по Мансурова С.Е., Кокуева Н.Г.,2001).

Ход работы.

1. Соберите листья растений в разных местах: около оживленной автодороги, в парке, во дворе жилого дома и т.д.
2. Накройте лицевую сторону листа липкой лентой, затем аккуратно снимите ее с листа и приклейте к листу белой бумаги.
3. Рассмотрите и сосчитайте число твердых частиц на листьях из разных мест. Классифицируйте твердые частицы по величине.
4. Заполните таблицу 2.4.

Таблица 2.4.

Твердые частицы загрязнения воздуха

Размер частиц	Число частиц			
	на автодороге	в парке	во дворе дома	на автомагистрали
Более 1 мм				
Менее 1 мм				
Общее число частиц				

5. Проанализируйте результаты. Выясните взаимосвязь между качеством воздуха (суммарное количество пыли, число твердых частиц) и местонахождением растений.

Способ 3 (по Федорова, Никольская, 2001).

Ход работы.

1. Листья одного вида тополя, наиболее распространенного в городе, отберите с высоты 1,5-3 м (высота слоя воздуха, вдыхаемого человеком) с помощью садового секатора в 10-15-кратной повторности. Листья поместите в пакеты из кальки, избегая стряхивания пыли, и доставьте в лабораторию.
2. В лабораторных условиях на торзионных или аналитических весах взвесьте кусочек сухой ваты (до 0,001г).
3. Лист тополя тщательно оботрите этой ваткой с 2-х сторон, после чего ватку взвесьте повторно.
4. Массу пыли (P) рассчитайте как разницу между вторым и первым взвешиванием ($P = P_2 – P_1$).
5. Площадь листа рассчитайте путем обмера листовых пластинок вдоль (a) и поперек (b) и умножьте на переводной коэффициент (k):

$$S = a \times b \times k.$$

Коэффициент колеблется для различных видов тополей от 0,60 до 0,66.

6. Рассчитайте массу пыли:

$$m = P/S \text{ мг/см}^2, \text{ где}$$

m – масса пыли на 1 см ^{2} листа.

7. Данные занесите в таблицу.

Таблица 2.5.

Местообитание	P_1(г)	P_2(г)	P(г)	S($см^2$)	M (г/$см^2$)
Возле дороги 1 лист 2 лист … среднее значение					
Во дворе 1 лист 2 лист … среднее значение					
В парке 1 лист 2 лист … среднее значение					

8. Сделайте выводы.

Воздействие транспортных выбросов на семена высших растений

Среди многочисленных загрязнителей особое место занимают тяжелые металлы. Эта группа веществ обладает большим сродством к физиологически важным органическим соединениям и способна их инактивировать. Их избыточное поступление в организм нарушает процесс метаболизма, тормозит рост и развитие. Загрязнение тяжелыми металлами происходит при внесении избыточного количества удобрений, вместе с выбросами промышленных предприятий. Особенно сильно загрязнены тяжелыми металлами территории, прилегающие к автомобильным дорогам.

В то же время, большинство тяжелых металлов в малых количествах являются микроэлементами (например, Mn, Zn, Cu, Co, Mo), большая физиологическая значимость которых научно доказана и используется в практике сельского хозяйства и медицины.

Оборудование: Пробы почвы, семена высших растений с высокой степенью всхожести (методика проверки всхожести семян описана в Приложении), плоскодонные колбы на 100 мл, чашки Петри или фотокюветы, фильтровальная бумага, ножницы, технические весы, карандаш по стеклу.

Отбор проб. Отбор проб осуществляется на глубину 0-5 см ножом, ложкой, лопатой. Выбранную площадку расчищают от опада (при его наличии), составляют смешанный образец из 5-6 почвенных монолитов размером 5х5х5см и помещают его в заранее подготовленные стерильные мешочки. В каждый мешочек вкладывают этикетку, написанную карандашом, где указывают номер образца, характеристику участка и дату отбора.

Отбор проб производится на следующих площадках:

1. Трамвайные пути
2. Газон вдоль автомобильной дороги
3. Газон в 5 м от автомобильной дороги
4. Газон в 10 м от автомобильной дороги
5. Газон вдали от автомобильной дороги

Ход работы.

1. Приготовьте почвенные вытяжки: 1 весовую часть воздушно-сухой просеянной почвы взболтайте с 4 частями дистиллированной воды в течение 5 минут и фильтруйте на складчатом фильтре. Фильтрат должен быть прозрачным.
2. На дно фотокюветы или чашки Петри настелите 1-3 слоя фильтровальной бумаги и разложите по 25-50 семян 3-5 видов растений.
3. Фильтровальную бумагу в чашках увлажните 5 мл раствора из соответствующих колб, чашки пронумеруйте. На поверхность семян настелите еще один слой фильтровальной бумаги.
4. Контролем служит дистиллированная или водопроводная вода. Чашки закройте для предотвращения быстрого высыхания и поставьте на проращивание.
5. По окончании проращивания оцените всхожесть семян (методика определения всхожести семян описана в Приложении 1) и длину проростков в каждом варианте. Полученные данные занесите в таблицу 2.6. На основании табличного материала постройте график. Сделайте выводы.

Таблица 2.6.

Местообитание	Пшеница		Овес		Горох	
	всхожесть семян,%	длина проростков,см	всхожесть семян,%	длина проростков,см	всхожесть семян,%	длина проростков,см
1						
2						
3						
4						
5						
Контроль						

Определение степени поражения и омертвления тканей листа при антропогенном загрязнении воздушной среды

(по Федорова, Никольская, 2001)

Ткани листьев древесных растений, поврежденные в результате антропогенного загрязнения воздушной среды, выбывают из процесса фотосинтеза и перестают выполнять свои основные функции: синтеза органических веществ, выделения кислорода и фитонцидов. Ослабляется их пылезадерживающая роль, т.к. основная масса пыли оседает на слегка влажной поверхности живых листьев.

Эффективность фотосинтеза в значительной мере зависит от площади листовой поверхности. Визуальные методы оценки площади листьев и процента повреждений листовой ткани имеют малую точность. Предлагаемые методы оценки дают более точное определение пораженной и мертвой ткани, т.к. желтеющая ткань, определенная визуально как живая, может быть оценена как мертвая диагностическими методами.

Для проведения работы необходимо 10-20 листьев с каждой точки отбора проб и полная характеристика места взятия образца (например, крона дерева направлена в сторону дороги или в противоположную сторону, первый ряд, второй, третий от дороги и т.д.).

Определение степени поражения листа по проценту пораженной ткани

Оборудование: весы торзионные, линейки, листы кальки.
Ход работы.

1. Собранные листья расправьте и положите на квадрат кальки, у которого длина (L) и ширина (A) соответствуют размерам листа. Рассчитайте площадь квадрата ($S_{кв}$)
$$S_{кв} = L \times A$$
2. Кальку взвесьте ($P_{кв}$), лист очертите, по контурам на кальке вырежьте его силуэт. Эту часть кальки тоже взвесьте ($P_{л}$).
3. Определите площадь листа ($S_{л}$):
$$S_{л} = P_{л} \times S_{кв} / P_{кв}$$
4. Контуры листа на кальке совместите с листом и очертите все поврежденные участки, вырежьте их, взвесьте кальку ($P_{повр}$).
5. Вычислите процент поврежденной ткани:
$$S_{повр} = \frac{S_{л} \times P_{повр} \times 100}{P_{листа}}$$
6. Сформулируйте выводы.

Диагностика живых и мертвых тканей

Оборудование: микроскопы, чашки Петри, бритвы, препаровальные иглы, 0,2 н раствор соляной кислоты, теплая вода, раствор метиленового голубого (100 мг/л) в 2,5%-ном KH_2PO_4 или акридиновый оранжевый (200 мг/л).
Ход работы.

1. Листья выдержите 20-30 минут в теплой воде ($35\text{-}37^0$) для размягчения ткани, затем поместите на 20 минут в 0,2 н раствор соляной кислоты. Мертвые и поврежденные участки побуреют в результате свободного проникновения кислоты в пораженные клетки и феофитинизации хлорофилла.

2. Метод окрашивания. Приготовьте срезы разных частей листа, поместите в каплю метиленового голубого в KH_2PO_4. Через несколько минут раствор окрашивает мертвые и нежизнеспособные клетки в синий цвет. Живые клетки окрашиваются значительно медленнее. При окрашивании акридиновым оранжевым через 5-10 минут живые клетки флуоресцируют зелено-желтым светом, а поврежденные и мертвые – оранжево-красным.

Оценка повреждения растительности озоном

У всех на слуху проблема озоновых дыр, которые лишают нас защиты от опасного избыточного ультрафиолета Солнца. Восприятие этой проблемы со временем несколько притупилось, но на ее фоне совсем невинной выглядит влияние на наше здоровье другого озона, в приземном воздухе, которым мы дышим. Осознание опасности приземного озона, условий его возникновения и путей защиты давно стало предметом заботы общественности и правительств промышленно развитых стран. Резкий рост числа автомобилей в городах уже привел к превышению допустимых концентраций приземного озона в 2-3 раза.

Приземный возникает в результате химических реакций между окислами азота (NO_x) и летучими органическими соединениями (ЛОС) в присутствии солнечного излучения. Выбросы промышленных предприятий и тепловых электростанций, выхлоп автотранспорта, бензиновые пары и химические растворители являются основными источниками NO_x и ЛОС.

Вдыхание озона может вызвать целый ряд проблем со здоровьем, включая боль в груди, кашель, раздражение в горле, покраснение тела. Оно может ухудшить состояние больных бронхитом, эмфиземой и астмой. "Вредный" озон может ухудшить работу легких и привести к их воспалению.

Приземный озон повреждает также растительность и экосистемы. Это приводит к ухудшению выживаемости саженцев деревьев, повышенной восприимчивости растений к стрессам (таким как плохая погода), болезням, росту числа вредителей и другим. В США, где хорошо считают деньги, приземный озон ответственен за потери урожаев до 500 миллионов долларов в год. У нас это никто не считает. Приземный озон повреждает листву деревьев и других растений, ухудшая ландшафты, леса, парки и места отдыха.

Загрязнение озоном, в отличие загрязнения фторидами или диоксидами серы, не оставляет элементов в поврежденных тканях, которые можно обнаружить аналитическими методами. Загрязнение

озоном можно определить только по видимым повреждениям хвои и листьев.

Вызванные озоном видимые повреждения чаще всего встречаются у чувствительных культурных растений, и лишь изредка на иглах хвойных или листьях широколиственных видов растений. Следовательно, появление видимых повреждений, вызываемых озоном, в настоящее время не достаточно, для того чтобы оценить возможные повреждения озоном. Однако, с помощью световой и электронной микроскопии, цифровых фотоаппаратов и фотоанализирующих программ можно обнаружить реакцию на озон.

Оборудование: 10х ручная линза для близкого осмотра листьев растений на предмет обнаружения повреждения озоном; рамка 20х20 см, разделенная на 100 квадратов для оценки лиственных видов; справочные фотографии, чтобы помочь в идентификации симптомов известных чувствительных видов; небольшая гербарная сетка, чтобы сохранить поврежденные озоном листья; бумажные пакеты для отбора проб хвои (если пробы обрабатываются в течение 3-5 дней); пробирки с фиксатором (если необходимо длительное хранение проб); пинцеты; холодные боксы (приблизительно +7ºС); бланки для полевых данных

Критерий отбора видов растений для анализа:

1. Для оценки выбираются деревья, являющиеся эдификаторами и/или доминантами.
2. Из наземной растительности выбираются 3 вида. Растения должны быть чувствительны к данному виду загрязнения (устанавливается по литературным источникам) и быть достаточно широко распространены.

Ход работы.

Для хвойных деревьев и кустарников

1. На выбранном участке проведите отбор проб: с каждого дерева срежьте несколько ветвей (как можно меньшего размера, но имеющих, по крайней мере, хвою первого и второго года) с освещенной части верхней трети кроны.
2. Собранную хвою рассмотрите при полном солнечном свете, учитывая следующие особенности:

   - Хлоротическая пятнистость хвои является наиболее распространенным признаком хронического воздействия озона на хвойные породы. Эта пятнистость выглядит, как рассеянные желтые участки без четких границ между зелеными и желтыми зонами;

- Хлоротическая пятнистость часто появляется только на хвое старших возрастов (второго года и старше);
- Пятнистость сильнее выражена на освещенных частях хвои, чем на затененных;
- Пятнистость легче наблюдать, если несколько хвоинок размещены вплотную друг к другу;
- В случаях особо сильного воздействия озона возможен некроз кончиков хвои, а также сильной хлоротической пятнистости. Сухой кончик хвои может быть потерян и тогда повреждение озоном выглядит как повреждение насекомыми.

3. Оцените хлоротическую пятнистость для каждого возраста хвои по предлагаемой шкале (особое внимание следует уделять хвое второго года):

Таблица 2.7.

Баллы	Характер повреждений	Количественная оценка повреждений
0	Хлоротические пятна отсутствуют	Нет повреждения
1	Хлоротических пятен мало.	Повреждено менее 25 % хвои (как среднее для всей хвои в мутовке)
2	Встречаемость хлоротических пятен средняя	Повреждено 25%- 75 % хвои.
3	Встречаемость хлоротических пятен очень высокая	Повреждено более 75 % хвои.

4. Полученные данные занесите в таблицу 2.8.:

Таблица 2.8.

		1веточка	2веточка	3веточка	4веточка	Среднее значение
1 дерево	Хвоя 1го года					
	Хвоя 2го года					
2 дерево	Хвоя 1го года					
	Хвоя 2го года					
…						

Конечное значение повреждения для отдельного дерева на участке будет средней величиной для хвои каждого года, а для участка – средней

величиной повреждений всех деревьев. Конечное значение повреждения должно быть представлено для хвои каждого возраста; так, вид будет иметь одно значение для хвои 1-го года, другое для 2-го года, т.д.

5. Сформулируйте выводы.

Для лиственных видов деревьев, кустарников и травянистых растений

1. На выбранном участке проведите отбор проб: обрежьте четыре ветви (как можно меньшего размера) с каждого дерева с освещенной части верхней трети кроны. Для оценки используйте жесткую рамку 20 х 20 см, разделенную на 100 квадратов.
2. При полном солнечном свете рассмотрите листья на предмет повреждения озоном, учитывая следующие особенности:

- Повреждения озоном следует искать на распустившихся листьях, полностью освещенных солнцем. Листья среднего возраста и более старые повреждаются сильнее; молодые листья будут иметь небольшие повреждения или вовсе не будут повреждены;
- Повреждение озоном обычно не заметно на нижней стороне листа. Чаще всего симптомы появляются на верхней поверхности листа, на начальных стадиях повреждение проявляется в виде очень маленьких багрово-красных или желтых плохо разделенных, впоследствие черных пятен (зернистость) между главными жилками;
- Ближе к концу вегетации зернистость может быть связана с пожелтением листа или преждевременным старением;
- Повреждения сначала появляются на старых листьях;
- Затененные листья (т.е., если два листа частично перекрываются) не имеют видимых повреждений.

3. Оцените степень повреждения листа с помощью рамки 20 х 20 см, разделенную на 100 квадратов. Повреждения выражаются количеством квадратов с симптомами, похожими на повреждения озоном, на верхней стороне листа. Поскольку имеется 100 квадратов, величину повреждения можно выражать в процентах. Рамкой накрывают ветвь, стараясь не сдвигать и не удалять ни один лист.
4. Оцените повреждения с помощью следующей шкалы:

Таблица 2.9.

Баллы	Количественная оценка повреждений	Описание
0	0 квадратов.	Нет повреждения
1	0-25 квадратов с повреждениями	Низкая степень повреждения озоном
2	25-75 квадратов с повреждениями	Средняя степень повреждения

3	75-100 квадратов с повреждениями	Сильное повреждение

Оценивать следует с помощью четырех рамок на одно дерево (одной рамки на небольшой кустарник или травянистое растение). Конечное значение повреждения для дерева на участке должно быть средней величиной всех рамок, а для участка - средней величиной значений повреждений всех деревьев этого вида на участке.

5. Полученные данные занесите в таблицу 1.10.:

Таблица 2.10.

Вид растения	Баллы (средняя величина значений для каждого вида)

6. Сформулируйте выводы.

Оценка содержания углекислого газа в помещении

Углекислый газ является составным ингредиентом атмосферного воздуха. Концентрация углекислого газа в атмосферном воздухе вне зоны загрязнения в среднем равняется 0,03% по объему или 0,046% по весу, что равно при нормальных условиях 591 мг/м^3.

Повышение уровня углекислого газа в воздухе ведет к раздражению дыхательного центра. А длительное вдыхание воздуха с повышенным (8-10%) содержанием углекислоты приводит к перераздражению дыхательного центра и смерти от паралича последнего. Человек более чувствителен к избытку углекислого газа, чем животное. Уже при содержании CO_2 в воздухе в количестве 3% дыхание заметно ускоряется и углубляется; при 4% появляется ощущение сдавливания головы, головная боль, шум в ушах, психическое возбуждение, сердцебиение, замедление пульса и повышение давления, реже рвота и обмороки. Дальнейшее повышение уровня CO_2 до 8-10% сопровождается нарастанием выраженности всех симптомов.

В гигиеническом отношении содержание CO_2 является важным показателем, по которому судят о степени чистоты воздуха в жилых и общественных зданиях. Углекислый газ выделяется в процессе дыхания людей и скопление его в больших количествах в воздухе закрытых помещений указывает на санитарное неблагополучие этого помещения (скученность людей, недостаточная вентиляция).

Допустимой концентрацией углекислого газа воздуха считается 0,07 – 0,1%. Последняя величина принята в качестве расчетной при определении объема потребной вентиляции и эффективности вентиляции в жилых и общественных зданиях.

Оборудование: шприц (20 мл), колба, 0,005% раствор соды, фенолфталеин.
Ход работы.

1. В шприц объемом 20 мл наберите 5 мл 0,005% раствора соды с фенолфталеином, имеющего розовую окраску, затем наберите 15 мл воздуха и встряхивайте в течение минуты. Если не произошло обесцвечивания раствора, воздух из шприца осторожно выжмите, оставив в нем раствор, вновь наберите порцию воздуха и встряхивайте еще 1 минуту. Эту процедуру повторяют до обесцвечивания раствора, каждый раз встряхивая шприц в течение 1 минуты.
2. Подсчитав общий объем воздуха, прошедшего через шприц, по таблице 2.6 определите концентрацию углекислого газа в воздухе, сравните с ПДК, сформулируйте выводы.

Таблица 2.11.

Зависимость содержания CO_2 в воздухе
от объема воздуха, обесцвечивающего 5 мл 0,005% раствора соды

Объем воздуха, мл	Концентрация CO_2,%	Объем воздуха, мл	Концентрация CO_2,%
20	3,2		
40	2,08	85	1,12
50	1,82	90	1,04
60	1,56	95	0,96
65	1,44	100	0.86
70	1,36	105	0,8
75	1,28	110	0,7
80	1,2	115	0,56

Оценка загрязнения воздуха по состоянию сосны

Показателем комплексного загрязнения воздушной среды может служить сосна, которая очень чувствительна к изменению условий окружающей среды. Сравнение сосняков, находящихся на разном расстоянии от источника загрязнения продемонстрировало картину постепенного усыхания деревьев. В ближайшей к источнику загрязнения зоне сосны имеют изреженные и суховершинные кроны, пожелтевшую хвою, т.е. все признаки деградации хвойных культур, ставшие хрестоматийными.

Ход работы.

1. В разных районах города выберите по 10 сосен и внимательно осмотрите их. Сосны должны относиться к одной возрастной группе.
2. Глазомерно измерьте высоту сосен, с помощью сантиметра – окружность сосен. Вычислите среднее значение. Данные занесите в таблицу 2.7.
3. Измерьте длину хвои и вычислите среднее значение.
4. Определите класс повреждения и усыхания хвои, пользуясь следующей оценочной схемой:

Классы повреждения хвои:

1 – хвоинки без пятен;

2 – хвоинки с небольшим количеством мелких пятен;

3 – Хвоинки с многочисленными черными и желтыми пятнами, мелкими и крупными.

Классы усыхания хвои:

1 – нет сухих участков;

2 – усохли кончики хвоинок на 2-5 мм;

3 – усохла треть длины хвоинок;

4 – вся хвоинка желтая или более половины ее сухая.

Все данные занесите в таблицу 2.12.

Таблица 2.12.

Состояние сосны на участках разной степени загрязненности

Место отбора проб	Средняя высота, м	Средняя окружность, см	Средняя длина хвоинок, мм	Класс повреждения хвои	Класс усыхания хвои
1					
2					
3					
4					

5. По состоянию сосны сделайте вывод о степени загрязнения разных участков города.

Оценка влияния крупных автомагистралей на состояние растительного покрова

(по Голубкина, Шамина, 2003)

Загрязнение окружающей среды в результате использования автотранспорта особенно ощутимо в крупных городах. В почвах придорожных зон наиболее интенсивно накапливаются валовые и подвижные формы свинца, цинка, серебра и в меньшей степени меди, олова, хрома, никеля, молибдена, кобальта, марганца, железа. Выявлены две зоны аккумуляции транспортного загрязнения в почвах. Первая обычно расположена в непосредственной близости от автодороги, на расстоянии до 15—20 м, а вторая — на удалении 20—100 м. Преимущественное накопление микроэлементов происходит в верхней части корнеобитаемого слоя почв.

Механические барьеры (здания, кустарники, деревья) уменьшают дальность переноса аэрозолей соли, резко увеличивая их концентрацию в непосредственной близости от дорог. Открытые пространства, наоборот, способствуют более дальнему переносу. Концентрация хлористого натрия в снеговой воде в десятиметровой зоне около дорог может достигать 1300-1900 мг/л, тогда как на фоновых участках не превышает 1—2мг/л.

Негативное влияние автотранспорта на окружающую среду можно оценить по состоянию растительного покрова.

В крупных городах, как известно, наиболее неприхотливым придорожным растением является одуванчик. В большинстве случаев тяжелые металлы угнетают рост растений, приводя к возникновению уродливых форм, снижая высоту растений. Учитывая данные накопления тяжелых металлов в почве вблизи автомагистралей, можно охарактеризовать растительный покров на примере одуванчиков на расстоянии 0,5; 1; 5; 10; 15; 20; 30; 50; 100; 150 м от дороги.

Оборудование: одуванчики, весы с разновесами, линейка, центрифуга.
Ход работы.

1. Из каждой выбранной точки на определенном расстоянии от автомагистрали соберите не менее 10 растений одуванчиков. Каждое растение срежьте под корень, заверните в мокрую бумагу и поместите в полиэтиленовый пакет - один для каждой точки. В каждом пакете должно находиться, таким образом, 10 растений и этикетка с указанием места отбора проб.
2. Взвесьте каждое растение, измерьте длину листьев, зарисуйте уродливые формы и рассчитайте их количество в процентном отношении.

3. Определите содержание хлорофиллов, которое устанавливают по величине поглощения спиртового экстракта листьев при длине волны 665 нм.

Навеску листьев — около 0,8-1,0 г – разотрите в маленькой ступке с 5 мл дистиллированной воды, перенесите в центрифужные пробирки и центрифугируйте в течение 5 мин. при 3000g. Измерьте величину поглощения света на фотоколориметре или спектрофотометре при длине волны 665 нм. Содержание хлорофиллов рассчитайте по формуле:

$$\text{Хлорофиллы, мг/г} = (D_{665} \times 0{,}085 \times 5) / 0{,}51 \times a, \text{ где}$$

D_{665} – величина поглощения исследуемого раствора при 665 нм; 0,085 — количество хлорофилла в стандартном растворе, мг/мл; 5 — объем экстракта, мл; 0,51 — величина поглощения стандартного раствора хлорофилла; а – навеска листьев, г.

4. Полученные результаты работы занесите в таблицу 2.13.

Таблица 2.13.

№ пробы	Расстояние от дороги, м	Средняя масса растения, г	Доля уродливых форм, %	Высота растения, см	Содержание хлорофилла, мг/г

5. По проделанной работе сформулируйте выводы, которые должны содержать зависимость массы растений, длины листьев, доли уродливых форм, содержания хлорофилла в растениях в зависимости от расстояния до дороги.

Изучение кислотности осадков с помощью семян различных культур

Кислотность среды (водной и наземной) оказывает сильное влияние на распространение и численность живых организмов. В настоящее время идет процесс подкисления почвы за счет выпадения кислотных дождей.

При сжигании любого ископаемого топлива (угля, горючего сланца, мазута) в составе выделяющихся газов содержатся диоксиды серы и азота. Выбрасываемые в атмосферу, они превращают выпадающие дожди в слабый раствор кислот.

Дождевая вода должна иметь нейтральную реакцию, т.е. pH=7. Но даже в самом чистом воздухе всегда есть диоксид углерода, и дождевая

вода чуть подкисляется (pH=5,6-5,7). А, вобрав кислоты, образующиеся из диоксидов серы и азота, становится заметно кислой. Мировой рекорд принадлежит шотландскому городку Питлокри, где 20 апреля 1974 года выпал дождь с pH=2,4 – это уже не вода, а что-то вроде столового уксуса.

Кислотность среды либо непосредственно воздействует на активность ферментов живых организмов, состояние цитоплазмы клеток, интенсивность осморегуляции и другие показатели, либо действует опосредовано через изменение доступности биогенных элементов, концентрации токсических соединений и т.д. Значит, она оказывает влияние не только на растущие деревья, но и на прорастание семян. Возможен вариант, когда семенное размножение будет невозможно. Характер и степень влияния pH среды на организмы можно установить экспериментальным путем.

Оборудование: семена различных культур с всхожестью не менее 70% (методика проверки всхожести семян описана в Приложении 1), чашки Петри, фильтровальная бумага, pH-метр (можно использовать универсальную индикаторную бумагу), ножницы, кислота (HCl или H_2SO_4) и щелочь (NaOH или KOH), плоскодонные колбы емкостью 100 мл, стеклянный стакан.

Ход работы.

1. Оставьте стакан или банку под открытым небом во время дождя.
2. Определите реакцию среды дождевой воды с помощью индикаторной бумаги или pH-метра.
3. На дно чашки Петри настелите 1 слой фильтровальной бумаги и разложите по 25-50 семян 3-5 видов растений.
4. Фильтровальную бумагу в чашках увлажните 5 мл дождевой воды. На поверхность семян настелите еще один слой бумаги, смоченной в том же растворе. Опыт проводите в трех повторностях.
5. С помощью кислоты, щелочи и воды приготовьте растворы со значениями pH воды 3,4,5,8.9,10. Семена увлажните приготовленными растворами (см. п.4)
6. Семена в контрольных чашках смочите дистиллированной водой.
7. Чашки закройте для предотвращения быстрого высыхания и поставьте на проращивание.
8. По окончании проращивания оцените всхожесть семян и длину проростков в каждом варианте. Всхожесть семян определяют по формуле:

$$B = (a/в) \times 100\%,$$

где В - всхожесть семян, %; а - число проросших семян; в - общее число семян, взятых для проращивания.

9. Полученные данные занесите в таблицу 2.14. На основании табличного материала постройте график.

Таблица 2.14.

Всхожесть семян в % (или средняя длина проростков в мм)

Вид растения	Значение pH							
	3	4	5	6 (дожд.вода)	7 (контр)	8	9	10
1								
2								
3								
4								

Определение выбросов загрязняющих веществ автотранспортом

Настоящая методика предназначена для оценки величин выбросов загрязняющих веществ в атмосферу автотранспортными потоками на городских магистралях. Приведенные в усредненные удельные значения показателей выбросов отражают основные закономерности их изменения при реальном характере автотранспортного движения в городских условиях. При этом учитывается, что в городе автомобиль совершает непрерывно разгоны и торможения, перемещаясь с некоторой средней скоростью на конкретном участке автомагистрали, определяемой дорожными условиями.

Расчеты выбросов выполняются для следующих вредных веществ, поступающих в атмосферу с отработавшими газами автомобилей:

- оксид углерода (CO);
- оксиды азота NO_x (в пересчете на диоксид азота);
- углеводороды (CH)*;
- сажа;
- диоксид серы (SO_2);
- соединения свинца**;
- формальдегид;
- бенз(а)пирен.

* - расчет выбросов соединений свинца для автомобилей, движущихся по городским автомагистралям, производится в том случае, если в данном городе используется этилированный бензин. Рассчитанные значения выбросов соединений свинца целесообразно уточнить с учетом доли этилированного бензина в общем потреблении бензинов всех марок в данном городе.

** - для автомобилей с бензиновыми двигателями при проведении расчетов загрязнения атмосферы используется ПДКм.р. по бензину (код 2704); для автомобилей с дизельным двигателем - по керосину (код 2732).

Ход работы:

1. Изучите схему улично-дорожной сети города, информацию о транспортной нагрузке, составьте перечень основных автомагистралей (и их участков) с повышенной интенсивностью движения и перекрестков с высокой транспортной нагрузкой.

В качестве таких магистралей (участков) рассматриваются:

- для городов с населением до 500 тысяч человек - магистрали (или их участки) с интенсивностью движения в среднем более 200 - 300 автомобилей в час;
- для городов с населением более 500 тыс. человек - магистрали (или их участки) с интенсивностью движения в среднем более 400 - 500 автомобилей в час.

2. Нанесите выбранные автомагистрали (их участки) и перекрестки на карту-схему города.
3. Для определения характеристик автотранспортных потоков на выбранных участках улично-дорожной сети проведите учет проходящих автотранспортных средств в обоих направлениях с подразделением по следующим группам:

Л -	легковые, из них отдельно легковые и легковые дизельные автомобили
ГК < 3 -	грузовые карбюраторные грузоподъемностью менее 3 тонн и микроавтобусы (ГАЗ-51-53, УАЗы, «Газель», РАФ и др.)
ГК > 3 -	грузовые карбюраторные грузоподъемностью более 3 тонн (ЗИЛы, Урал и др.)
АК -	автобусы карбюраторные (ПАЗ, ЛАЗ, ЛИАЗ)
ГД	грузовые дизельные (КРАЗ, КАМАЗ)
АД -	автобусы дизельные (городские и интуристовские «Икарусы»)
ГГБ -	грузовые газобалонные, работающие на сжатом природном газе

Подсчет проходящих по данному участку автомагистрали транспортных средств проводится в течение 20 минут каждого часа. При высокой интенсивности движения (более 2 - 3 тыс. автомашин в час) подсчет проходящих автотранспортных средств проводится синхронно раздельно по каждому направлению движения (а при недостаточности числа наблюдателей - первые 20 минут - в одном направлении; следующие 20 минут - в противоположном направлении).

Для выявления максимальной транспортной нагрузки наблюдения

выполняются в часы «пик». Для большинства городских автомагистралей отмечается два максимума: утренний и вечерний (соответственно с 7 - 8 часов до 10 до 11 часов и с 16 - 17 часов до 19 - 20 часов), для многих транзитных автомагистралей наибольшая транспортная нагрузка характерна для дневного времени суток.

Натурные обследования состава и интенсивности движущегося автотранспортного потока проводятся не менее 4 - 6 раз в часы «пик» на каждой автомагистрали.

4. Результаты натурных обследований структуры и интенсивности движущегося автотранспортного потока заносятся в таблицу 2.15.

Таблица 2.15.

Дата	Время подсчета, за период 20 минут	Число автомобилей по группам								Скорость движения потока, км/час		
		Легковые	Легковые дизельные	ГК < 3, МА	ГК ≥ 3	АК	ГД	АД	ГГБ	Легковые	Грузовые	Автобусы
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

5. Для оценки транспортной нагрузки в районе регулируемых перекрестков проведите дополнительные обследования: последовательно (а при возможности одновременно) на каждом направлении движения в период действия запрещающего сигнала светофора (включая и желтый цвет) выполняется подсчет автотранспортных средств (по группам, согласно п.3), образующих «очередь». Одновременно фиксируется длина «очереди» в метрах. Подсчеты проводятся не менее 4 - 6 раз. Результаты дополнительных обследований занесите в таблицу 2.16.

Таблица 2.16.

_____ /наименование улиц, образующих перекресток/	_____ /направление движения автотранспорта/	_____ /ширина проезжей части, количество полос/

Дат	Время	Число автомобилей по группам	Длина

а	работы запрещающего сигнала светофора, мин.	Легковые	Легковые дизельные	ГК < 3, МА	ГК ≥ 3	АК	г д	АД	ГГБ	очереди автотранспорта (м)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

6. В ходе натурного обследования для расчета выбросов на каждой автомагистрали (или ее участке) определите следующие параметры:

- ширина проезжей части, (в метрах);
- количество полос движения в каждом направлении;
- протяженность выбранного участка автомагистрали (в км) с указанием названий улиц, ограничивающих данную автомагистраль (или ее участок);
- средняя скорость автотранспортного потока с подразделением на три основные категории: легковые, грузовые и автобусы (в км/час) (определяется по показаниям спидометра автомобиля, движущегося в автотранспортном потоке).

Определение средней скорости движения основных групп автотранспортного потока выполняется по всей протяженности обследуемой автомагистрали или ее участка, включая зоны нерегулируемых и регулируемых перекрестков.

На обследуемом перекрестке фиксируются следующие параметры:

- ширина проезжей части (в метрах);
- количество полос движения в каждом направлении;
- протяженность зоны перекрестка в каждом направлении (в метрах).

7. Рассчитайте количество выбросов загрязняющих веществ автотранспортом.

Расчет выбросов загрязняющих веществ автотранспортом

Выброс i-го вредного вещества автотранспортным потоком (MLi) определяется для конкретной автомагистрали, на всей протяженности которой, структура и интенсивность автотранспортных потоков изменяется не более, чем на 20 - 25 %. При изменении автотранспортных характеристик на большую величину, автомагистраль разбивается на участки, которые в дальнейшем рассматриваются как отдельные источники.

Такая магистраль (или ее участок) может иметь несколько нерегулируемых перекрестков или (и) регулируемых при интенсивности

движения менее 400 - 500 а/час.

Для автомагистрали (или ее участка) с повышенной интенсивностью движения (т.е. более 500 а/час) целесообразно дополнительно учитывать выброс автотранспорта (Мп) в районе перекрестка.

В районе перекрестка выбрасывается наибольшее количество вредных веществ автомобилем за счет торможения и остановки автомобиля перед запрещающим сигналом светофора и последующим его движением в режиме «разгона» по разрешающему сигналу светофора.

Это обуславливает необходимость выделить на выбранной автомагистрали участки перед светофором, на которых образуется очередь автомобилей, работающих на холостом ходу в течение времени действия запрещающего сигнала светофора.

Для автомагистрали (или ее участка) при наличии регулируемого перекрестка суммарный выброс М будет равен:

$$M = \sum_1^n (M_{П1} + M_{П2}) + M_{L1} + M_{L2} + \sum_1^m (M_{П3} + M_{П4}) + M_{L3} + M_{L4},$$ где:

$M_{П1}, M_{П2}, M_{П3}, M_{П4}$ - выброс в атмосферу автомобилями, находящимися в зоне перекрестка при запрещающем сигнале светофора;

$M_{L1}, M_{L2}, M_{L3}, M_{L4}$ - выброс в атмосферу автомобилями, движущимися по данной автомагистрали в рассматриваемый период времени;

n и m - число остановок автотранспортного потока перед перекрестком соответственно на одной и другой улицах его образующих за 20-минутный период времени;

индексы 1 и 2 соответствуют каждому из 2-х направлений движения на автомагистрали с большей интенсивностью движения, а 3 и 4 - соответственно для автомагистрали с меньшей интенсивностью движения.

Расчет выбросов движущегося автотранспорта.

Выброс i-того загрязняющего вещества (г/с) движущимся автотранспортным потоком на автомагистрали (или ее участке) с фиксированной протяженностью L (км) определяется по формуле:

$$M_{L1} = \frac{L}{3600} \sum_1^k M^{п}_{ki} G_k r_{v1}$$

$M^{п}_{ki}$ (г/км) - пробеговый выброс i-го вредного вещества автомобилями k-й группы для городских условий эксплуатации, определяемый по табл. 2.17;

k - количество групп автомобилей;

G_k (1/час) - фактическая наибольшая интенсивность движения, т.е. количество автомобилей каждой из К групп, проходящих через фиксированное сечение выбранного участка автомагистрали в единицу

времени в обоих направлениях по всем полосам движения;

R_{Vki} - поправочный коэффициент, учитывающий среднюю скорость движения транспортного потока (км/час) на выбранной автомагистрали (или ее участке), определяемый по табл.2.18.);

1/3600 - коэффициент пересчета «час» в «сек»;

L (км) - протяженность автомагистрали (или ее участка) из которого исключена протяженность очереди автомобилей перед запрещающим сигналом светофора и длина соответствующей зоны перекрестка (для перекрестков, на которых проводились дополнительные обследования).

Таблица 2.17.

Значения пробеговых выбросов (г/км) для различных групп автомобилей

Наименование группы автомобилей	№ группы	CO	Выбросы						
			NO_x (в пересчете на NO_2)	CH	Сажа	SO_2	Формальдегид	Соединения свинца	Бенз(а)пирен
Легковые	I	19,0	1,8	2,1	-	0,065	0,006	0,019	$1,7 \cdot 10^{-6}$
Легковые дизельные	Iд	2,0	1,3	0,25	0,1	0,21	0,003		-
Грузовые карбюраторные с грузоподъемностью до 3 т (в том числе работающие на сжиженном нефтяном газе) и микроавтобусы	II	69,4	2,9	11,5	-	0,20	0,020	0,026	$4,5 \cdot 10^{-6}$
Грузовые карбюраторные с грузоподъемностью более 3 т (в том числе работающие на сжиженном нефтяном газе)	III	75,0	5,2	13,4	-	0,22	0,022	0,033	$6,3 \cdot 10^{-6}$
Автобусы карбюраторные	IV	97,6	5,3	13,4	-	0,32	0,03	0,041	$6,4 \cdot 10^{-6}$
Грузовые дизельные	V	8,5	7,7	6,0	0,3	1,25	0,21	-	$6,5 \cdot 10^{-6}$
Автобусы дизельные	VI	8,8	8,0	6,5	0,3	1,45	0,31	-	$6,7 \cdot 10^{-6}$
Грузовые газобалонные, работающие на сжатом природном газе	VII	39,0	2,6	1,3*	-	0,18	0,002	-	$2,0 \cdot 10^{-6}$

* - значение выброса за вычетом метана

Таблица 2.18.

Значения коэффициентов, учитывающих изменения количества выбрасываемых вредных веществ в зависимости от скорости движения

	Скорость движения (V, км/час)												
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	75	80	100
	1,35	1,28	1,2	1,1	1,0	0,88	0,75	0,63	0,5	0,3	0,45	0,5	0,65

Примечание: для диоксида азота значение принимается постоянным и равным 1 до скорости 80 км/час.

Расчет выбросов автотранспорта в районе регулируемого перекрестка

При расчетной оценке уровней загрязнения воздуха в зонах перекрестков следует исходить из наибольших значений содержания вредных веществ в отработавших газах, характерных для режимов движения автомобилей в районе пересечения автомагистралей (торможение, холостой ход, разгон).

Выброс i-го загрязняющего вещества (ЗВ) в зоне перекрестка при запрещающем сигнале светофора М 4п 0 определяется по формуле:

$$МП1 = Р/40 \sum^{NЦ}_{n-1} \sum^{Nгр}_{k-1} (M_{П2}\ G_{k2n}),\ г/мин$$

где Р (мин.) - продолжительность действия запрещающего сигнала светофора (включая желтый цвет);

$N_Ц$ - количество циклов действия запрещающего сигнала светофора за 20-минутный период времени;

$N_{гр}$ - количество групп автомобилей;

(г/мин) - удельный выброс i-го ЗВ автомобилями, k-ой группы, находящихся в «очереди» у запрещающего сигнала светофора;

$G_{k,n}$ - количество автомобилей k группы, находящихся в «очереди» в зоне перекрестка в конце n-го цикла запрещающего сигнала светофора.

Значения определяются по табл.2.19., в которой приведены усредненные значения удельных выбросов (г/мин), учитывающие режимы движения автомобилей в районе пересечения перекрестка (торможение, холостой ход, разгон), а значения Р, $N_Ц$, G_k - по результатам натурных обследований.

Таблица 2.19.

Удельные значения выбросов для автомобилей, находящихся в зоне перекрестка

Наименование группы автомобилей	№ группы	Выброс, г/мин							
		CO	NO_x (в пересчете на NO_2)	CH	Сажа	SO_2	Формальдегид	Соединения свинца	Бенз(а)пирен
Легковые	I	3,5	0,05	0,25	-	0,01	0,0008	0,0044	$2,0 \cdot 10^{-6}$
Легковые дизельные	Iд	0,13	0,08	0,06	0,035	0,04	0,0008	-	-
Грузовые карбюраторные с грузоподъемностью до 3 т (в том числе работающие на сжиженном нефтяном газе) и микроавтобусы	II	6,3	0,075	1,0	-	0,02	0,0015	0,0047	$4,0 \cdot 10^{-6}$
Грузовые карбюраторные с	III	18,4	0,2	2,96	-	0,028	0,006	0,0075	$4,4 \cdot 10^{-6}$

Наименование группы автомобилей	№ группы	Выброс, г/мин							
		CO	NO_x (в пересчете на NO_2)	CH	Сажа	SO_2	Формальдегид	Соединения свинца	Бенз(а)пирен
грузоподъемностью более 3 т (в том числе работающие на сжиженном нефтяном газе)									
Автобусы карбюраторные	IV	16,1	0,16	2,64	-	0,03	0,012	0,0075	$4,5 \cdot 10^{-6}$
Грузовые дизельные	V	2,85	0,81	0,3	0,07	0,075	0,015	-	$6,3 \cdot 10^{-6}$
Автобусы дизельные	VI	3,07	0,7	0,41	0,09	0,09	0,020	-	$6,4 \cdot 10^{-6}$
Грузовые газобалонные, работающие на сжатом природном газе	VII	6,44	0,09	0,26*	-	0,01	0,0004	-	$3,6 \cdot 10^{-6}$

* - значение выброса за вычетом метана

Тема 3. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОЧВЫ

Жизнь человечества непрерывно связана с землей. Ведь только на земле могут развиться растения, дающие людям продукты, корм животным, сырье для промышленности.

Возрастающие масштабы антропогенной деятельности обусловливают необходимость учета и прогнозирования изменений в окружающей среде и оценки возможностей устойчивого развития, и почва в значительной мере определяет ресурсный потенциал биосферы для потребления будущими поколениями людей. Сегодня последствия ухудшения состояния почв уже выражаются в целом ряде глобальных, региональных и местных экологических проблем, связанных с состоянием атмосферы, гидросферы, биоразнообразием и здоровьем людей.

Сущность экологической оценки состояния почвы состоит в комплексной оценке биолого-почвенных, геоморфологических, геохимических, геофизических и др. факторов и параметров ее состояния, и в оценке этих свойств под влиянием антропогенной нагрузки. Ухудшение экологического состояния почвы, в большинстве случаев, связывают именно с антропогенной нагрузкой, хотя изменение состояния почвы может быть обусловлено также воздействием природных факторов.

Оценка экологического состояния почв непосредственно связана с вопросами оценки состояния животного и растительного мира, а также среды обитания человека в целом. Для оценки экологического состояния почвы большое значение имеет ее изучение как целого и отдельных ее компонентов - почвенного воздуха и раствора, химического состава, чужеродных и естественных включений, почвенной биоты и других характеристик.

Морфологические свойства почв

Очень важным и наиболее доступным для описания морфологическим признаком почв является цвет (окраска) того или иного горизонта, или образца почвы из горизонта. Окраска является характерным диагностическим признаком, позволяющим косвенно судить и о других свойствах почвы. Подтверждением этому служат названия типов почв, заимствованные от того характерного цвета, который несет на себе верхний гумусовый горизонт. По цвету верхнего почвенного горизонта или одного из горизонтов получили типовое название многие почвы мира - подзолистые, серые лесные, черноземы, каштановые, бурые, красноземы и др.

Определение цвета в поле всегда носит субъективный характер, так как зависит от способности исследователя воспринимать цветовые оттенки и разбираться в их тональности. Цвет почвенной массы в горизонте почти

никогда не бывает "чистым", он всегда сопровождается рядом сопутствующих тонов, придающих горизонту тот или иной оттенок.

Нужно учесть, что цвет определяют в естественном состоянии почвы или горизонта, не допуская возможных изменений, обусловленных высушиванием.

Ход работы.

1. Возьмите немного почвы и внимательно рассмотрите ее.
2. Исходя из цвета почвы, пользуясь предлагаемой таблицей, определите минеральный состав почвы.

Наибольшее распространение в нашей стране получила схема, предложенная С.А. Захаровым еще в 1927 г. Согласно концепции С.А. Захарова, все разнообразие окрасок в почве создается черным, белым и красным цветом. Их смешение в той или иной пропорции дает многообразную цветовую гамму оттенков и промежуточных тонов – серого, бурого, каштанового и др.

Таблица 3.1.

Зависимость минерального состава от цвета почвы

Цвет почвы	Минеральный состав
Черная	Окраска почвы обусловлена содержанием гумуса и его качественным составом. Варьирование темной окраски может наблюдаться в диапазоне от интенсивно-черной до серых тонов различной интенсивности.
Белая	Окраска почвы обусловлена, в основном, минералогическим составом почвы и содержанием в ее массе кварца, карбонатов кальция, каолинита, глинозема, а также аморфной кремнекислоты, светлоокрашенных полевых шпатов и "выцветов" легкорастворимых солей. Чистые белые цвета в окраске генетических горизонтов практически не встречаются. Чистый цвет дают белоснежные корочки солей на поверхности солончаков и налеты солей в профиле солончаков.
Красная	Возникает при очень высоком содержании в ее составе оксидов железа. Эта окраска может быть унаследована от материнской породы или же явиться следствием почвообразовательного процесса.

Определение механического состава и структуры почвы

Механический, или гранулометрический, состав является одним из важнейших показателей при характеристике почв. В основе разделения почв по механическому составу в нашей стране используется классификация механических элементов, предложенная Н.А. Качинским.

Выделяют следующие основные разновидности почв по механическому составу: глинистые, суглинистые, супесчаные и песчаные. Имея известный навык, отнесение почвы к разновидностям может быть выполнено в полевых условиях каждым.

Ход работы.

Мокрый метод

1. Возьмите немного почвы, увлажните ее и скатайте в ладонях.
2. Исходя из того, как скатывается почва, определите ее механический состав, пользуясь таблицей 3.2.

Таблица 3.2.

Типы почвы по механическому составу	Особенности скатывания почвы
Песчаная	Почва не скатывается в шарик
Супесчаная	Почва скатывается в шарик
Легкая суглинистая	Почва скатывается в толстую колбаску, которая дробится при раскатывании
Суглинистая	Почва скатывается в колбаску с тонким кончиком, при изгибании кольцо распадается
Тяжелая суглинистая	Почва скатывается в колбаску с тонким кончиком, при изгибании образуется кольцо с трещинами
Глинистая	Почва скатывается в колбаску, легко сгибается в кольцо, не ломаясь

Сухой метод

1. Возьмите комочек сухой почвы величиной с горошину, раздавите его ногтем на ладони и вотрите в кожу.
2. Определите тип почвы, пользуясь следующей таблицей 3.3.

Таблица 3.3.

Типы почвы по механическому составу	Особенности почвы
Песчаная	Почва состоит полностью из зерен песка, почвенная масса сыпуча, бесструктурна
Супесчаная	Преобладают песчаные частицы с

	незначительным количеством глинистых
Суглинистая	Среди преобладающих глинистых частиц ощущается незначительное количество песчаных
Глинистая	Растирается на ладони с большим трудом, а после растирания дает тонкий однородный порошок

3. Сделайте выводы о механическом составе почвы.

Определение соотношения твердых частиц в почвенном образце
(по Грин, Стаут, Тейлор, 1996)

Оборудование: мерный цилиндр емкостью 500 мл, 300 мл воды, 100 $см^3$ почвенного образца.
Ход работы.

1. Поместите почвенный образец в мерный цилиндр, полностью залейте его водой.
2. Энергично встряхните содержимое.
3. Для того чтобы частицы осели в соответствии с их плотностью и площадью поверхности, дайте смеси отстояться в течение 48 часов.
4. Измерьте объем различных фракций почвенного образца.

Вы можете наблюдать послойное распределение составляющих почву частиц. Частицы органического вещества будут плавать на поверхности воды, частицы глины частично останутся во взвешенном состоянии, а более крупные будут оседать в виде слоя поверх песка и камней.

Определение влажности и водных свойств почвы

Количество влаги в почве очень изменчиво во времени и зависит от поступления воды в почву и ее расходования. Поступление влаги в почву происходит с атмосферными осадками, паводковыми, грунтовыми поливными водами, а расходование - при испарении, транспирации, стоке и др. Соотношение этих процессов определяется климатическими явлениями, временем года, положением почвы в рельефе местности, наличием и характером растительного покрова, хозяйственной деятельностью человека. Помимо перечисленных факторов, внешних по отношению к почве, ее влажность зависит и от свойств самой почвы - водных свойств, к которым относятся влагоемкость и водопроницаемость, а также от состояния поверхности почвы.

Определение влажности почвы

Влажность почвы характеризуется отношением массы содержащейся в почвенном образце влаги к массе подготовленного (измельченного, не содержащего посторонних включений) и высушенного образца и выражается обычно в процентах. Для измерения влажности используют как прямые, так и косвенные методы.

Термостатно-весовой метод.

1. Возьмите образец почвы и взвесьте его (m_1).
2. Поместите почву на металлический поднос и поставьте его в термошкаф на 4-6 часов при температуре 105^0C.
3. Взвесьте высушенную почву (m_2).
4. Рассчитайте процентное соотношение воды по формуле:

$$\frac{(m_1 - m_2) \times 100\%}{m_1}$$

5. Данные занесите в таблицу 3.4.

Электрометрический метод.

Метод основан на зависимости некоторых характеристик почвы, в частности, электропроводности, от влажности. Электропроводность можно быстро и удобно измерять портативными или лабораторными приборами - электровлагомерами либо кондуктометрами. Но точность определения влажности почвы по электропроводности относительно невелика. Однако, учитывая портативность, удобство и оперативность работы с подобными приборами, целесообразно использовать их в тех случаях, где нужно получить информацию о том, является ли почва смоченной или сухой, мерзлой или талой (мерзлая почва электричество не проводит), найти глубину границы между слоями почвы,

Органолептический метод

Этот метод удобно использовать в полевых условиях. В зависимости от осязательных ощущений тестирующего почву человека различают степени увлажнения почвы - мокрая, сырая, влажная, свежая, сухая.

Определение влагоемкости почвы

Влагоемкость – способность почвы вмещать и удерживать то или иное количество воды. Влагоемкость тем выше, чем мельче частицы почвы. Максимальной влагоемкостью обладают глинистые почвы.

Оборудование: образцы почвы, просеянной через сито с ячейками 3 мм; стеклянные трубки длиной 25-30 см и диаметром 3-4 см (один конец трубки слегка расширен), ведра, весы с разновесами, фильтровальная бумага, марля, полотенце, шпагат, ножницы.
Ход работы.

1. Расширенные концы стеклянных трубок закройте фильтровальной бумагой и марлей и плотно обвяжите шпагатом.
2. Взвесьте трубки и запишите значения их массы.
3. Насыпьте в трубки на ¾ их высоты воздушно-сухой почвы. Для уплотнения почвы слегка постучите по трубкам.
4. Трубки с сухой почвой взвесьте и опустите в ведро с водой до уровня находящейся в них почвы.
5. Через 1-2 суток (когда вся почва в трубке будет насыщена водой) трубки выньте, вытрите наружные стенки полотенцем и взвесьте.
6. Вычислите полную влагоемкость по формуле:

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

ПВ – полная влагоемкость,%;
a – масса пустой трубки, г;
b – масса трубки с сухой почвой, г;
c – масса трубки с почвой, насыщенной водой, г.

7. Данные занесите в таблицу 3.4.

Определение водопроницаемости почвы

Водопроницаемость – способность почвы пропускать через себя воду. Чем мельче частицы почвы, тем меньше ее водопроницаемость. Максимальной водопроницаемостью обладают песчаные почвы.

Оборудование: образцы почвы, просеянные через сито с ячейками 2 мм; стеклянные трубки длиной 25-30 см и диаметром 3-4 см, стаканы, штатив для трубок, марля, картон, часы.
Ход работы.

1. Возьмите стеклянные трубки и обвяжите их с одного конца марлей.
2. Насыпьте в трубки почву на высоту 20 см. Для уплотнения почвы слегка постучите по трубкам.
3. Положите на почву картонные кружочки с отверстиями, чтобы предотвратить почву от размыва.
4. Закрепите трубки в штативе и подставьте под них стаканы.
5. Налейте в трубку воды на высоту 5 см, заметьте время и, доливая воду, поддерживайте 5-сантиметровый столб воды до тех пор, пока она не пройдет через весь слой почвы.

6. Высчитайте время, за которое вода прошла 20-сантиметровый слой почвы в трубке. Это и будет показатель водопроницаемости почвы.
7. Данные занесите в таблицу 3.4.

Таблица 3.4.

Водные свойства почвы

№ Образца почвы	Влажность,%	Полная влагоемкость, %	Время прохождения воды через почвы, мин.

Определение актуальной и обменной кислотности почвы

(по Ващенко, Ланге, Меркулов, 1982)

Кислотность - важнейшая характеристика почвы. Повышенная кислотность ухудшает рост и развитие растений, подавляет жизнедеятельность полезных бактерий, способствует развитию почвенных грибов и болезнетворных микроорганизмов, ухудшает физико-химические свойства почвы. При изменении кислотности почвы изменяется и степень подвижности катионов металлов (табл.3.5), происходит биоаккумуляция наиболее подвижных катионов в тканях растений.

Таблица 3.5.

Подвижность микроэлементов в зависимости от кислотности почвы

Реакция почвы	Микроэлементы										
	Pb	Cr	Ni	V	As	Co	Cu	Zn	Cd	Hq	S
Кислые почвы	СП	СП	СП	СП	СП	СП	П	П	П	П	П
Нейтральные почвы	ПН	СП	СП	П	П	СП	СП	П	СП	СП	П
Щелочные почвы	ПН	ПН	ПН	П	П	ПН	СП	СП	СП	ПН	П

Примечание: ПН – практически неподвижные, СП – слабоподвижные, П – подвижные.

Различают 2 вида почвенной кислотности: актуальную и потенциальную.

Актуальной кислотностью называют концентрацию ионов водорода в почвенном растворе. Она обусловлена наличием в почвенном растворе органических и минеральных кислот, создающих определенную степень подкисления. Для определения актуальной кислотности почву

промывают водой и устанавливают концентрацию водородных ионов (pH водной вытяжки).

Потенциальной кислотностью называют способность твердой фазы почвы подкислять раствор при взаимодействии с солями. Она обусловлена ионами H^+ или Al^{3+}, которые находятся в поглощенном почвой состоянии.

Обменная кислотность почвы – это та часть потенциальной кислотности, которая выявляется при вытеснении из почвы ионов H^+ или Al^{3+} раствором нейтральной соли (KCl, NaCl, $BaCl_2$). Обменную кислотность также выражают величиной pH, но при этом указывают, что это pH солевой, а не водной вытяжки.

По показателям обменной кислотности часто решают вопрос о необходимости известкования почв и о дозах извести (табл.3.6)

Таблица 3.6.

Дозы извести в зависимости от pH солевой вытяжки почв

pH солевой вытяжки	Необходимость известкования	Доза извести, т/га	
		на легких почвах	на тяжелых почвах
<4,5	острая	4,0	6,0
4,6	сильная	3,4	5,5
4,8	средняя	3,0	5,0
5,0	средняя	2,5	4,5
5,2	слабая	2,0	4,0
5,4	слабая	2,0	3,5
>5,5	не требуется	-	-

Оборудование: образец почвы, 1 н. раствор KCl (74,56г соли растворяют в 400-500 мл дистиллированной воды и доводят объем до 1 л), коническая колба с пробкой, стеклянная пробирка, воронка, фильтр, универсальная индикаторная бумага, весы.

Ход работы.

1. 20 г почвы из смешанного образца насыпьте в коническую колбу вместимостью 100 мл.
2. Прилейте к почве 50 мл 1 н. раствора KCl (для определения обменной кислотности) или 50 мл дистиллированной воды (для определения актуальной кислотности).
3. Закройте колбу пробкой и взболтайте в течение 5 минут.
4. Дайте жидкости отстояться до полного осветления в течение суток.
5. Перенесите 5 мл прозрачной почвенной вытяжки в чистую пробирку и добавьте туда 5-6 капель комбинированного индикатора, содержимое пробирки хорошо взболтайте. Цвет вытяжки сравните с

окраской стандартной шкалы растворов-эталонов и запишите величину pH. Либо определите pH с помощью универсальной индикаторной бумаги.

Определение содержания гумуса в почве
(по Мансурова, Кокуева, 2001)

Гумус (или перегной) – органическое вещество почвы, образующееся при разложении отмерших организмов и продуктов их жизнедеятельности. Он содержит гуминовые и ульминовые кислоты, фульвокислоты, аминокислоты, почвенные гумины, витамины, фенолы, антибиотики и т.п. При разложении гумуса высвобождается углерод, нитраты, фосфаты. В состав гумуса входит около 5 % азота. Поэтому перегной служит источником обогащения почвы элементами зольной и азотной пищи. Кроме того, перегнойные вещества – важнейший фактор образования почвенной структуры, они улучшают аэрацию, тепловые свойства почвы, ее поглотительную способность, влагоемкость и другие физические и химические характеристики, определяющие плодородие почвы.

Наиболее плодородные почвы – черноземы содержат 8-12%, а иногда и 15% гумуса от общей массы почвы, серые лесные почвы – 3-5%, сероземы – 1-3%, а песчаные – всего лишь 0,5 – 1% (даже сотые доли процента).

Оборудование: образец почвы, технофизические весы, разновесы, большой тигель (на 50 г) с крышкой, нагревательный прибор, эксикатор с осушителем (например, KCl).

Ход работы.

1. Отберите несколько почвенных образцов (примерно по 50 г) и взвесьте каждый на технофизических весах для определения массы (m_1).
2. Поместите образцы в тигли с крышками и прокаливайте в течение часа до полного сгорания всех органических веществ.
3. Остудите тигли в эксикаторе и взвесьте почвенные образцы после прокаливания, получив их массу (m_2).
4. Проведите повторное прокаливание до получения постоянной массы вещества (m_2).
5. Рассчитайте процентное содержание органических веществ по формуле:

$$\frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\%$$

Оценка токсичности почвенного покрова с помощью Пенициллум циклопиум (Penicillium cyclopium)

Пенициллум циклопиум относится к микроскопическим грибам, эукариотам, гетеротрофам, сапрофитам, консументам. Данный вид хорошо растет на питательном агаре и образует колонии с четко очерченными краями, что облегчает проведение замеров. Широко распространен в почве в различных местообитаниях, его легко культивировать в лабораторных условиях.

Оборудование: почвенные пробы, культура грибов, агар-агар, сахар, чашки Петри, пипетки, колбы на 100мл, весы с разновесами, термошкаф.
Подготовка грибов.

Музейную культуру выращивают на агаризованной среде при температуре 25-30^{0}С и влажности 50-60%. В пробирку с культурой с хорошо выраженным спороношением наливают несколько миллилитров дистиллированной воды и встряхивают в течение 15-20 минут, чтобы смыть образовавшиеся споры. Потом суспензию спор сливают с специально приготовленный стерильный флакон. В качестве питательной среды используют среду Чапека (см. Приложение 1). Все процедуры производят с соблюдением стерильности.
Ход работы.

1. Приготовьте почвенную вытяжку: 1 весовую часть воздушно-просеянной почвы взболтайте с 4 частями дистиллированной воды 5 минут и отфильтруйте на складчатом фильтре. Фильтрат должен быть прозрачным.
2. Приготовьте агаризованную почвенную вытяжку. Для этого в колбу на 100 мл налейте 60 мл почвенной вытяжки, внесите 1,5 г сахара и 0,8 г агар-агара, простерилизуйте и разлейте по чашкам Петри. Опыт проводят в 3-х повторностях.
3. На поверхность застывшего питательного агара нанесите стерильной пипеткой 1 каплю водной суспензии спор.
4. В качестве контроля для приготовления агаровой среды используйте искусственную питательную среду или незагрязненную почву (или почву с наиболее удаленной от источника выбросов точки).
5. Чашки инкубируйте в течение 10 суток при температуре 23-25^{0}С.
6. После окончания инкубации измерьте диаметр колонии в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Данные занесите в таблицу 3.7.

Таблица 3.7.

№ пробы	Повторности	d_1 (мм)	d_2 (мм)	$d_{ср}$ (мм)
1	1			
	2			

	3			
2	1			
	2			
	3			
3	1			
	2			
	3			
4	1			
	2			
	3			
контроль	1			
	2			
	3			

7. Для получения сопоставимых результатов по итогам тестирования рассчитайте индекс токсичности оцениваемого фактора (ИТФ) и определите класс токсичности по таблице (см. Приложение)
8. На основании полученных данных сделайте выводы.

Воздействие транспортных выбросов на мезофауну

Почвенные беспозвоночные являются важнейшим структурно-функциональным звеном наземных экосистем. На их роль в процессе превращения вещества и энергии указывает одно то, что они составляют 70-80% всей биомассы наземных сообществ (Гиляров, Криволуцкий, 1971).

Есть немало работ, показывающих, что почвенные беспозвоночные являются хорошими индикаторами антропогенных изменений окружающей среды. В каждом типе биогеоценоза можно найти свои индикаторы изменения среды, а количественные и качественные характеристики почвенной фауны под действием загрязнений изменяются по-разному (Хотько и др., 1982).

Для анализа загрязненных участков предлагается изучить качественный и количественный состав мезофауны.

Оборудование: металлическая или деревянная рама 0,5х0,5 $м^2$ (можно взять 4 деревянных колышка и натянуть между ними веревку нужной длины); определители беспозвоночных, блокноты, карандаши, лопаты, газеты, полиэтиленовая пленка, перчатки.

Ход работы.

1. Сделайте описание места исследования.

2. На выбранном участке поместите раму и уберите внутри ее растительность.
3. Срежьте дернину на 5 см, переверните и положите на газеты или полиэтилен.
4. Выберите всех животных и подсчитайте их количество. Данные занесите в таблицу.
5. С помощью определителей установите, к каким систематическим группам принадлежат животные (в Приложении 2 изображены некоторые почвенные насекомые), подсчитайте их число и выразите в процентах от общего количества. Например, было обнаружено 50 особей беспозвоночных, из них 11% многоножек, 15% дождевых червей, 70% жуков, 4% муравьев. Данные занесите в таблицу.
6. Постепенно снимайте слои почвы до глубины 25 см, подсчитывайте количество почвенных беспозвоночных и определяйте их систематическую принадлежность. Данные занесите в таблицу 3.8.

Таблица 3.8.

Участок	Глубина отбора проб, см	Количество животных	Систематические группы, % от общего числа видов
Обочина дороги	0-5		
	5-10		
	10-15		
	15-20		
	20-25		
50 м от дороги	0-5		
	5-10		
	10-15		
	15-20		
	20-25		
100 м от дороги	0-5		
	5-10		
	10-15		
	15-20		
	20-25		
Во дворе	0-5		
	5-10		
	10-15		
	15-20		
	20-25		

7. Верните все в исходное состояние.
8. Сделайте выводы о воздействии транспортных выбросов на фауну почвы, укажите, как разные систематические группы животных реагируют на транспортное загрязнение.

Влияние загрязнителей на численность дождевых червей

Дождевые черви – постоянные обитатели почвы. Количество их сильно варьирует, достигая в благоприятных условиях до 1000 особей на 1м^2. В обычных условиях их численность колеблется от нескольких десятков до 200-400 особей на 1м^2. Они играют особую роль в почвообразовательном процессе, обогащая почву азотом и биогенными элементами, участвуют в разложении растительного опада.

В ходе исследований сбор червей и учет их численности можно осуществлять методами раскопки и выгонки. Раскопка и ручная разборка почвенных проб на месте дают наиболее достоверные данные. Однако, следует отметить трудоемкость этого процесса.

Можно использовать метод подсчета выползков после дождя или для выгонки червей залить участок водой (5-6 ведер на 1м^2), но эти методы дают лишь приблизительные результаты.

При изучении различных форм антропогенного воздействия на почву подсчитывают численность дождевых червей по уровням удаления от объекта загрязнения.

Оборудование: пинцет, нож, совок, лопата, мешочки из плотной ткани или стеклянные банки с землей или влажным мхом (в банках в жаркую погоду черви быстро гибнут, поэтому лучше использовать мешочки); весы.
Ход работы:

1. Отберите пробы червей на разном удалении от объекта загрязнения (например, на расстоянии 1м, 2,5м, 5м, 10м от автомобильной дороги).
2. В лаборатории подсчитайте количество червей и их массу в каждой пробе. Данные занесите в таблицу 3.9.

Таблица 3.9.

Зависимость количества и биомассы дождевых червей от степени антропогенного воздействия

Показатели	Расстояние от объекта загрязнения, м			
	1	2,5	5	10

Количество				
Биомасса				
Средняя биомасса дождевого червя				

3. Сделайте выводы о качестве исследуемой почвы и степени антропогенного загрязнения.

Исследование активности различных групп почвенных организмов
(по Ашихмина Т.Я., 2000)

Тестировать активность различных групп почвенных микроорганизмов можно при помощи различных аппликационных методов. Наиболее распространенным является измерение скорости распада целлюлозы. Этот метод был рекомендован академиком Е. Н. Мишустиным.

Оборудование: стерильная тонкая суровая льняная ткань (неотбеленная).

Ход работы:

1. Определите массу 1 $дм^2$ льняной ткани.
2. Нарежьте полосы ткани шириной 10 см (длина зависит от глубины изучаемого почвенного слоя) и пришейте ее к полимерной пленке.
3. В почве выройте свежие разрезы в которые поместите полосы ткани, полиэтилен с обратной стороны придавите почвой и разрез засыпьте. Верхняя грань ткани должна быть на 3,5 см погружена в почву.
4. Через неделю ткань извлеките из разреза, отмойте, взвесьте. Потеря массы характеризует интенсивность разложения клетчатки. Для определения динамики процесса повторные куски ткани извлекают последовательно через разные интервалы времени.
5. Оцените интенсивность разложения клетчатки (% за сезон), используя следующую шкалу:

Меньше 10% - очень слабая интенсивность разложения;
10-30% - слабая;
30-50 % - средняя;
50-80 % -сильная;
больше 80 % -очень сильная.

Шкала интенсивности позволяет определить микробиологическую активность почв: чем выше процент разложения клетчатки, тем она выше.

6. Сделайте выводы.

Исследование трофической структуры мезофауны по градиенту загрязнения выхлопами автотранспорта

Установлено, что при увеличении антропогенной нагрузки структура биогеоценоза упрощается за счет «выпадения» некоторых видов (Степанов А.М. и др, 1992). В этой связи интересно проанализировать трофическую структуру беспозвоночных по градиенту загрязнения.

Оборудование: металлическая или деревянная рама 0,5х0,5 $м^2$ (можно взять 4 деревянных колышка и натянуть между ними веревку нужной длины); определители беспозвоночных, блокноты, карандаши, лопаты, газеты, полиэтиленовая пленка, перчатки.

Ход работы.

1. Сделайте описание места исследования.
2. На выбранном участке поместите раму и уберите внутри нее растительность.
3. Срежьте дернину на 5 см, переверните и положите на газеты или полиэтилен.
4. Выберите всех животных и подсчитайте их количество.
5. Определите по таблице 3.10. принадлежность почвенных животных к какой-либо трофической группе: хищников, фитофагов и сапрофагов. В Приложении изображены некоторые почвенные насекомые.

Таблица 3.10.

Хищники	Фитофаги	Сапрофаги
Многоножки: губоногие	Многоножки: пауроподовые	Дождевые черви
Личинки Cantharidae, Tabanidae, Empididae, Dolichopodidae	Слизни	Мокрицы
Жужулицы (Carabidae)	Улитки	Многоножки: симфиллы, кивсяки, сколопендры
Короткокрылые жуки (Staphylinidae)	Ногохвостки	Личинки Phoridae
Карапузики (Histeridae)	Личинки щелкунов (Agriotes) (проволочники)	Нематоды (Rhabditis, Diplogaster, Cheilobus)
Водолюбы (Hydrophilidae)	Личинки пластинчатоусых жуков (Melolontha)	Клещи (Oribatidae, Acaridiae, Uropodinae)
Нематоды (Monhystera, Mononchus, Tripyla)	Личинки длинноусых жуков (Tipulidae, Bibionidae, Sciaridae)	

Клещи(Arctoseius, Dendrolaelaps, Alliphis, Hypoaspis, Rhodacarus, Rhodacarellus, Parasitus, Pergamasus, Gamasellus, Macrocheles, Veigaia, Asca, Zercon, Typhlodromus, Pachylaelaps)	Личинки мух (Anthomyidae)	
	Гусеницы бабочек (Noctuidae, Hepialidae)	
	Личинки пилильщиков (Tenthredinidae)	
	Личинки долгоносиков (Otiorrhynchus)	

6. Снимайте слои почвы до глубины 25 см и повторяйте процедуры 4 и 5. Все данные занесите в таблицу 3.11.

Таблица 3.11.

Участок	Количество животных	Хищники, %	Фитофаги, %	Сапрофаги, %
Обочина у дороги				
50 м от дороги				
100 м от дороги				
Во дворе				

7. Постройте диаграмму встречаемости представителей разных трофических групп на различных участках.
8. Сделайте выводы о влиянии транспортных выбросов на трофическую структуру мезофауны.

Определение свинца в соке растений

Основным источником загрязнения окружающей среды свинцом является автомобильный транспорт: вместе с выхлопными газами автомобиля свинец, образующийся при сгорании этилированного бензина, попадает в атмосферу. В зависимости от интенсивности движения опасная

зона вдоль автомагистралей может простираться от 10 до 500м. В пределах этой зоны наблюдается повышенное содержание свинца в объектах окружающей среды, например, в растениях.

Оборудование и реактивы: этиловый спирт, вода, пробы растений, раствор сульфида натрия, водяная баня, ступки с пестиками, пробирки.
Ход работы.

1. Соберите около 100г растительной пробы на расстоянии 2, 10, 50, 100м от оживленной дороги.
2. Растения измельчите, добавьте 50мл смеси этилового спирта и воды и кипятите или упаривайте экстракт, чтобы свинец перешел в раствор.
3. В изучаемые экстракты по каплям добавьте раствор сульфида натрия, в результате чего выпадет черный осадок сульфида свинца разной интенсивности.
4. Сделайте выводы.

Геоботаническая индикация почв (фитоиндикация)

Растения могут служить чуткими индикаторами, рассказывающими исследователю о различных почвенных условиях данной местности. И это понятно, т.к. в ходе эволюции различные виды растений приспособились к определенным условиям обитания. Известный геоботаник Л.Г. Раменский отмечал, что "единственным прямым и достоверным оценщиком экологических условий является сама растительность". Растительные сообщества реагируют на широкий спектр экологических факторов, и в первую очередь это факторы эдафические (увлажнение, трофность, засоление, кислотность, уровень грунтовых вод), а также климатические (температурный режим, тип климата) и геологические (подстилающие породы, полезные ископаемые). Методы исследования состояния почв, основанные на изучении произрастающих на них фитоценозов (растительных сообществ), называются методами геоботанической индикации, или фитоиндикации.

Методы фитоиндикации позволяют оценить кислотность почвы, а также степень увлажнения и богатство почв исследуемых территорий. С помощью фитоиндикации могут быть обнаружены и нанесены на карту зоны загрязнения почв, участки с превышением допустимых норм рекреационной и пастбищной нагрузки. Преимущества методов фитоиндикации состоят в относительно быстром получении интересующей нас информации, а также в том, что растительное сообщество дает комплексную оценку условий обитания, учитывающую их изменения в течение нескольких лет. Кроме того, методы фитоиндикации позволяют получать информацию без выполнения каких-

либо химических анализов, что делает их очень полезными при выполнении работ школьниками и студентами.

В качестве индикаторов особенно пригодны виды с узкой экологической амплитудой, приуроченные к определенному сочетанию условий.

Различают индикаторы положительные и отрицательные. Первые указывают на ту или иную особенность среды (например, обилие гигрофитов означает избыточное увлажнение почвы), вторые исключают определенные условия в данном местообитании, поскольку не переносят или избегают их (так, произрастание растений-гликофитов исключает высокую концентрацию солей в почвенном растворе)

Индикаторными признаками, указывающими на определенные условия, могут служить различные признаки целых растительных сообществ и отдельных растений. К ним относятся видовой состав, наличие или отсутствие видов-индикаторов или экологических групп, их обилие, внешний вид растения, его морфологические и анатомические особенности – форма роста, ветвления, необычная окраска или форма цветков, листьев и т.д., а также химический состав, интенсивность различных физиологических процессов, например, уровень транспирации при разном водном режиме почвы.

Ниже даются примеры фитоиндикации наиболее важных характеристик почвенно-грунтовых условий.

1. Растения - индикаторы плодородия почв

Оценить плодородие почв можно, пользуясь следующей таблицей 3.12.:

Таблица 3.12.

Плодородие почв	Растений-индикаторы
Высокое	малина, крапива, иван-чай, таволга, сныть, чистотел, копытень, кислица, валериана, чина луговая, костер безостый
Умеренное (среднее)	майник двулистный. медуница, дудник, грушанка, гравилат речной, овсяница луговая, купальница, вероника длиннолистная
Низкое	сфагновые торфяные мхи, наземные лишайники, кошачья лапка, брусника, клюква, белоус, ситник нитевидный, душистый колосок

Безразличны к почвенному плодородию: лютик едкий, пастушья сумка, мятлик луговой, черноголовка, ежа сборная. Малотребовательна к почвенному плодородию сосна обыкновенная.

Кроме общего понятия «плодородие почвы», можно выяснить обеспеченность почвы определенными элементами.

Например, о высоком содержании азота свидетельствуют растения-нитрофилы - иван-чай, малина, крапива; на лугах и пашне - разрастания пырея, гусиной лапчатки, спорыша (горца птичьего). На обилие доступного азота указывает пышное развитие листьев и их темно-зеленый цвет.

Наоборот, недостаток азота проявляется бледно-зеленой окраской растения, уменьшением ветвистости и числа листьев.

Высокую обеспеченность кальцием показывают кальциефилы: многие бобовые (например, люцерна серповидная), лиственница сибирская.

При недостатке кальция господствуют кальциефобы - растения кислых почв: белоус, щучка (луговик дернистый), щавелек, сфагнум и др. Эти растения устойчивы к вредному действию ионов железа, марганца, алюминия.

2. Растения – индикаторы водного режима почв

Индикаторами разного водного режима почв являются растения-гигрофиты, мезофиты, ксерофиты.

Влаголюбивые растения (гигрофиты) - обитатели влажных, иногда заболоченных почв: голубика, багульник, морошка, селезеночник очереднолистный, белозор, калужница, герань луговая, камыш лесной, сабельник болотный, таволга вязолистная, горец змеиный, мята полевая, чистец болотный.

Растения достаточно обеспеченных влагой мест, но не сырых и не заболоченных - мезофиты. Это большая часть луговых трав: тимофеевка, лисохвост луговой, пырей ползучий, ежа сборная, клевер луговой, горошек мышиный, чина луговая, василек фригийский. В лесу это брусника, костяника, копытень, золотая розга, плауны.

Растения сухих местообитаний (ксерофиты): кошачья лапка, ястребинка волосистая, очитки (едкий, пурпурный, большой), ковыль перистый, толокнянка, полевица белая, наземные лишайники.

3. Растения - индикаторы глубины залегания грунтовых вод

Установление показателей глубины залегания грунтовых вод имеет значение для уточнения свойств почв и для выработки рекомендаций по их мелиорации. Для индикации глубины залегания грунтовых вод можно использовать группы видов травянистых растений (индикаторные группы). Для луговых почв выделяется 5 групп индикаторных видов (табл.3.13)

Таблица 3.13.

Индикаторные группы растений - указатели
глубины грунтовых вод на лугах

Индикаторная группа	Глубина грунтовых вод
1. Костер безостый, клевер луговой, подорожник большой, пыреи ползучий	Более 150 см
2. Полевица белая, овсяница луговая горошек мышиный, чина луговая	100 – 150см
3. Таволга вязолистная, канареечник	50 – 100см
4. Осока лисья, осока острая, вейник Лангсдорфа	10 – 50см
5. Осока дернистая, осока пузырчатая	0 – 10см

Помимо названных групп растений, есть переходные виды, которые могут выполнять индикаторные функции, например, мятлик луговой может быть включен как в первую, так и во вторую группы. Он указывает залегание воды на глубине от 100 до более 150 см. Хвощ болотный - от 10 до 100 см и калужница болотная - от 0 до 50 см.

В качестве биоиндикатора может быть использован и один вид, если этот вид имеет массовое развитие в конкретном местообитании.

Глубину почвенно-грунтовых вод в лесных экосистемах и характер увлажнения почв можно определить по табл. 3.14.

Таблица 3.14.

Растения индикаторы глубины залегания грунтовых вод
и характера увлажнения почв (по С. В. Викторову и др., 1988)

Индикаторы		Глубина грунтовых вод (м)
Тип леса	Группы растений	
1. Ельник-кисличник	Кислица заячья, седмичник европейский, майник двулистный	3-5
2. Ельник-черничник	Черника, кислица заячья, зеленые мхи	1-3
3. Ельники-долгомошники	Черника, багульник, мох политрихум	до 1 м
4. Ельники сфагновые	Багульник, андромеда, кассандра, сфагновые мхи	0-0,5
5. Ельники дубовые	Ясменник душистый, медуница неясная, звездчатка ланцетовидная, зеленчук	5-10
6. Сосново-ельник-	Кислица заячья,	3-5

кисличник	папоротники, зеленые мхи	
7. Сосново-ельник-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	10,0	1,6	71,5	8	63	175	0,7	0	0,28	0,11	2,5	0	322	1347
-кукурузная	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:

$СК = S_о/S$,где

$S_о$ – 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:

$$E = P \times E_{табл.} /10 \times K, \text{ где}$$

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

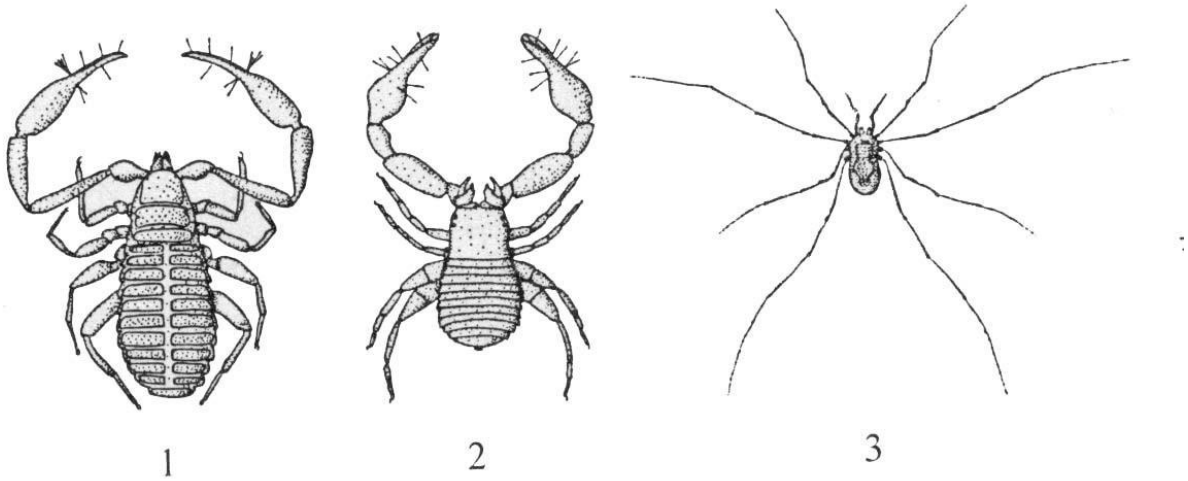


Рис.2. Внешний вид наиболее обычных паукообразных: 1 – ложноскорпион хелифер, 2 – ложноскорпион необизиум, 3 – обыкновенный сенокосец.

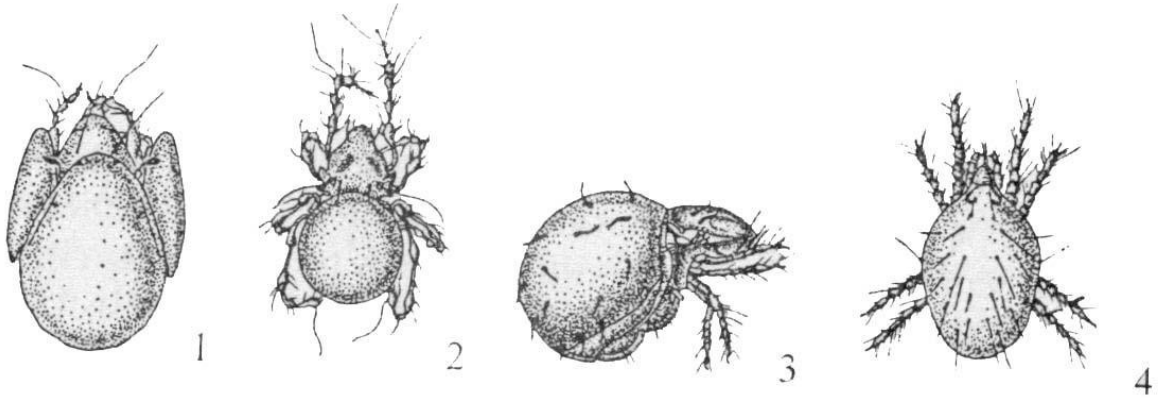


Рис.3. Типичные представители основных отрядов клещей: 1 – орибатный клещ галюмния, 2 - орибатный клещ метабельба, 3 – орибатный клещ птиракарус, 4 – крапивный паутинный клещ.

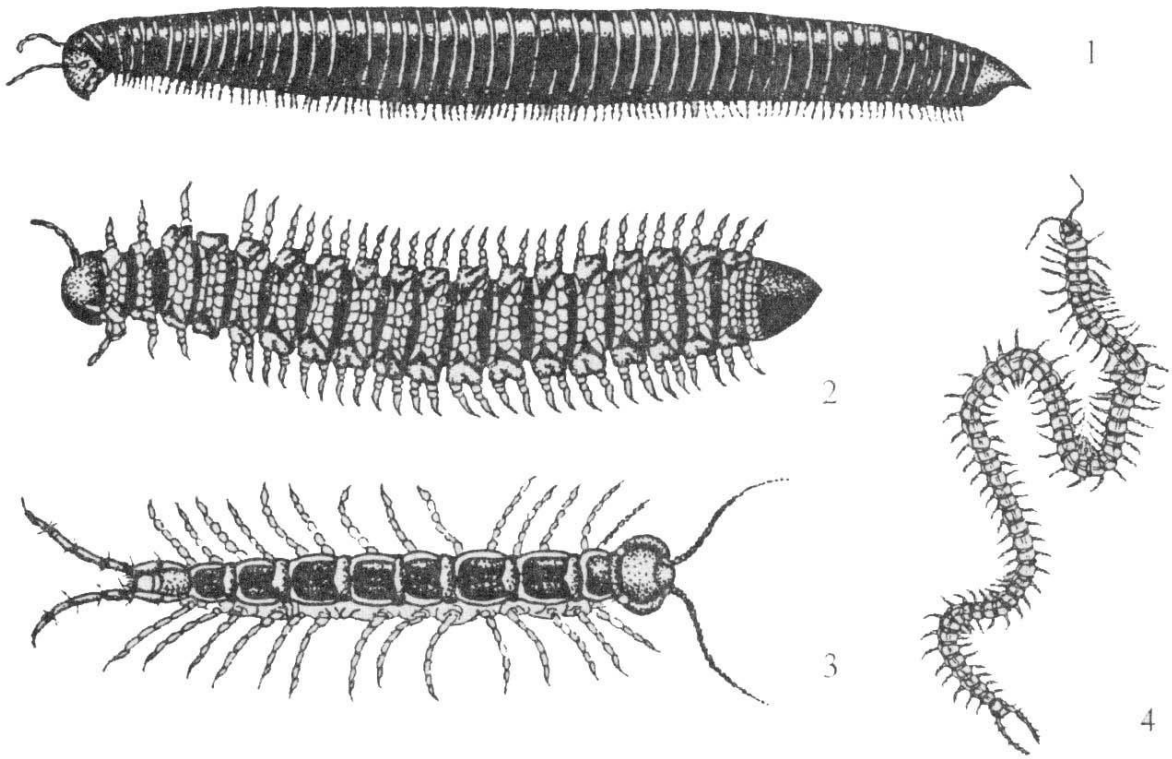


Рис.4. Почвенные многоножки: 1 – песчаный кивсяк, 2 – многосвяз уплощенный, 3 – костянка обыкновенная, 4- землелюб.

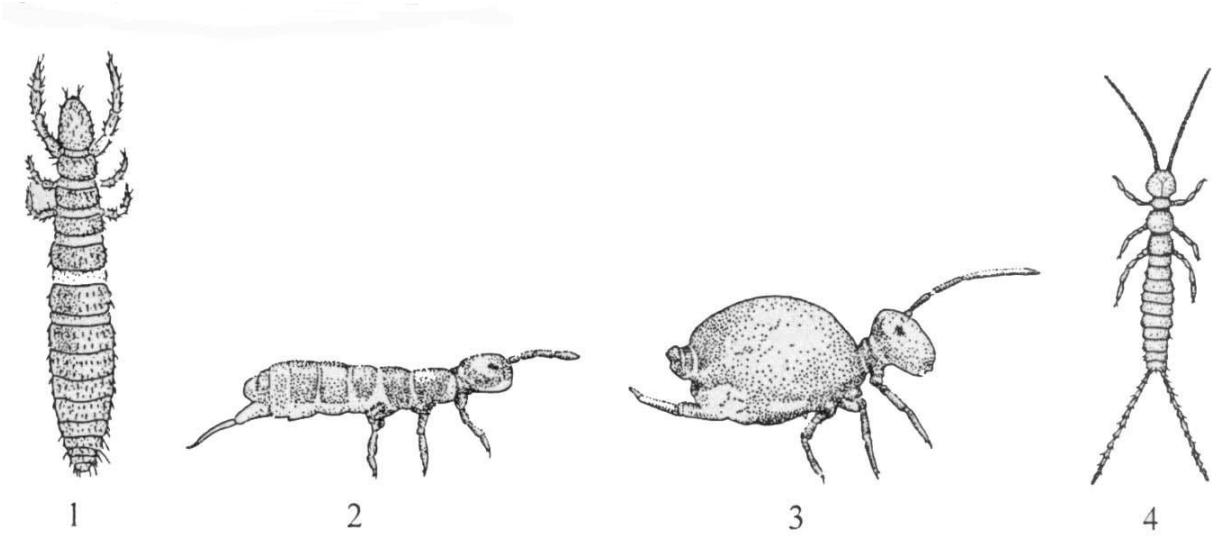


Рис.5. Скрыточелюстные насекомые: 1 – бессяжечник европейский, 2 – членистобрюхая многохвостка зеленая изотома, 3 – слитнобрюхая многохвостка сминтур, 4 – двухвостка.

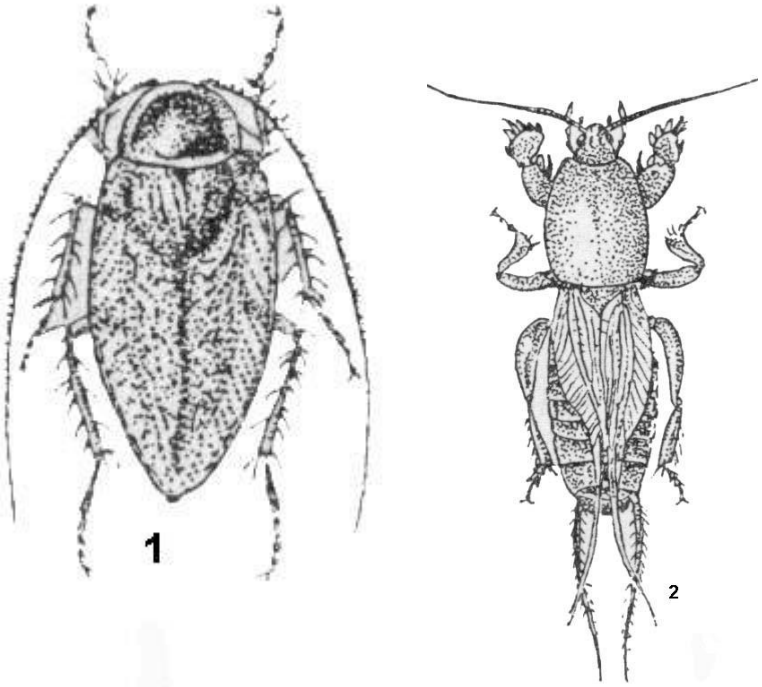


Рис.6. 1 - Тараканообразные: Лапландский таракан; 2 - Длинноусые прямокрылые: обыкновенная медведка.

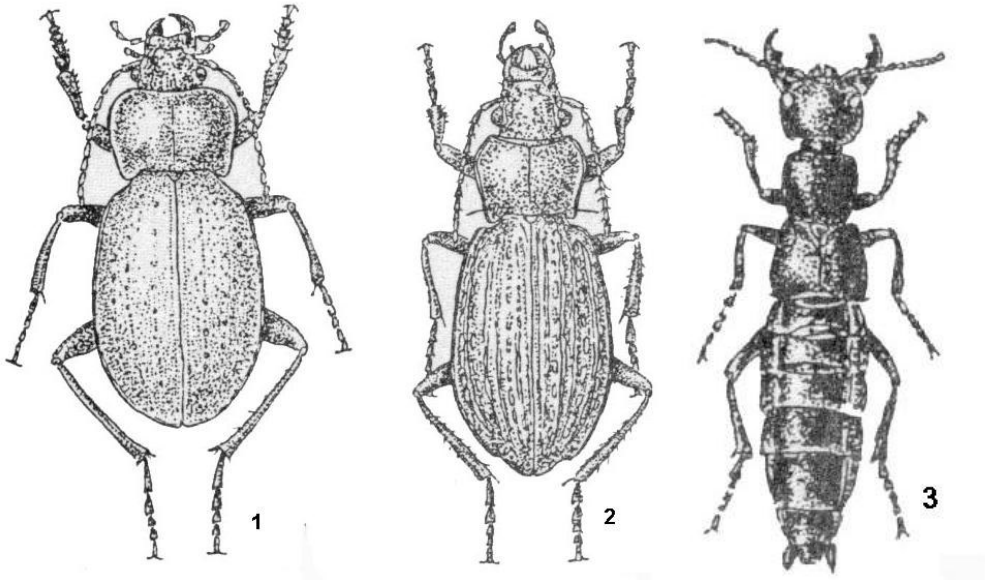


Рис.7. Наиболее обычные виды наземных жесткокрылых: 1 – жужелица лесная, 2 – жужелица зернистая, 3 – филонт.

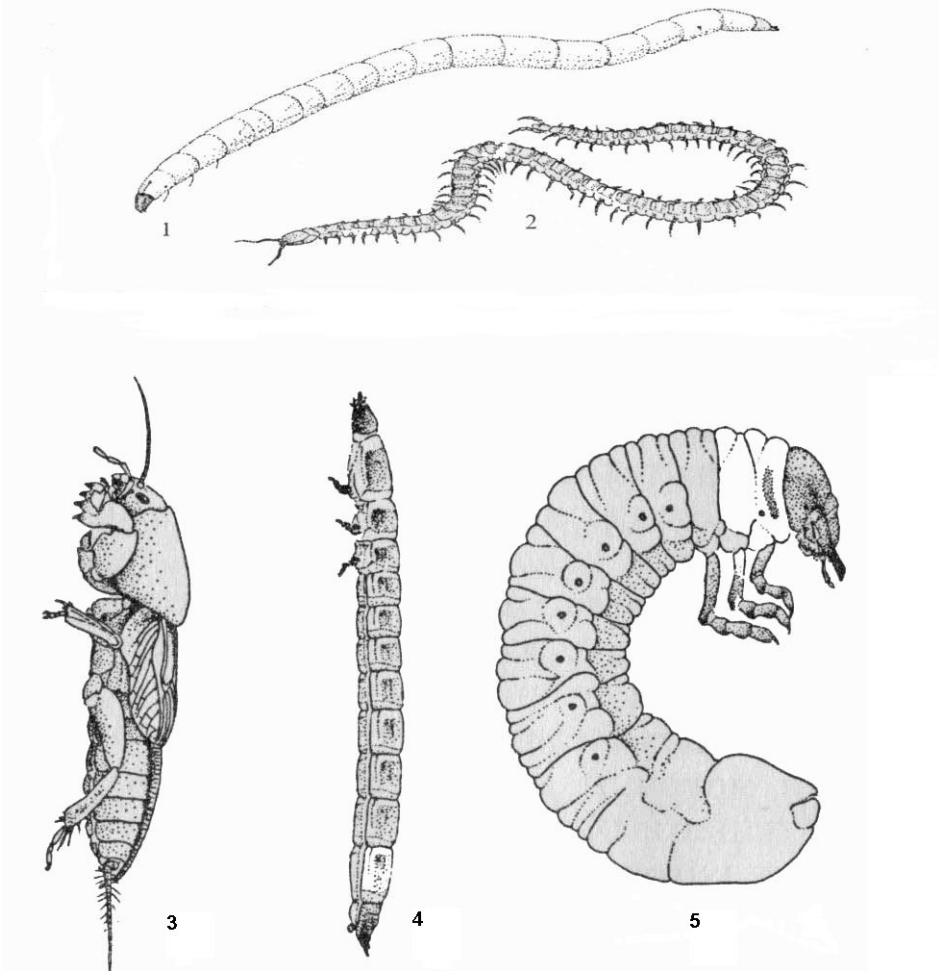


Рис.8. Почвенные насекомые: 1 – личинка лжектыря, 2 – хищная многоножка – геофил, 3 - медведка, 4 – личинка щелкуна, 5 – личинка майского жука.

Водные организмы-индикаторы

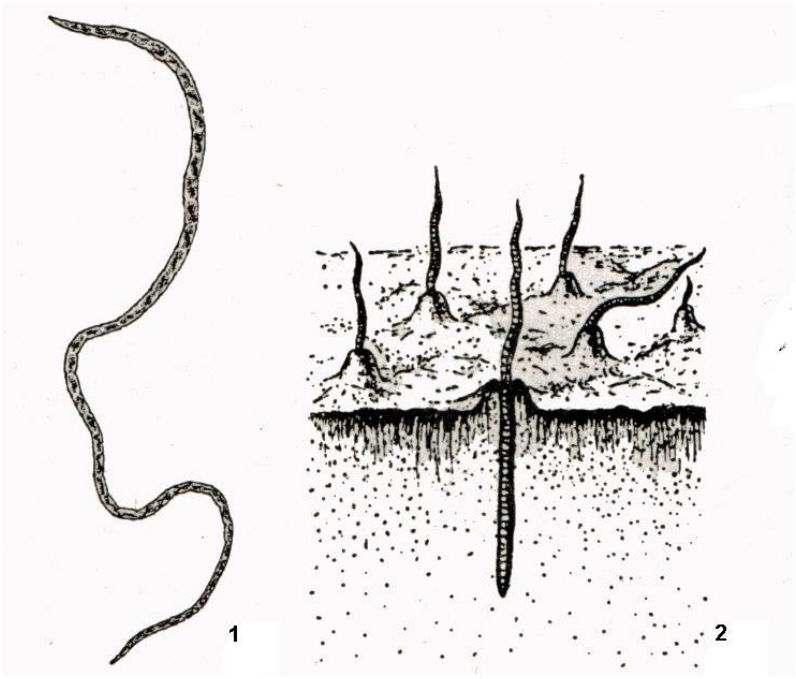


Рис.1. Внешний вид некоторых кольчатых червей: 1 – трубочник, 2 – колония трубочников на дне.

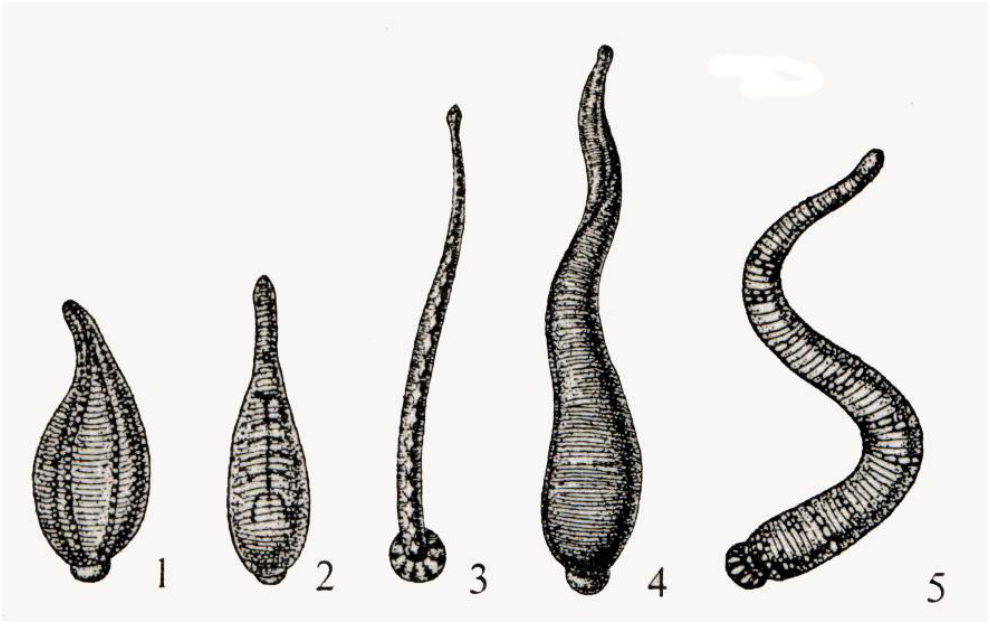


Рис.2. Наиболее обычные виды пиявок: 1 – улитковая пиявка, 2 – двуглазая пиявка, 3 – рыбья пиявка, 4 – большая ложноконская пиявка, 5 – малая ложноконская пиявка.

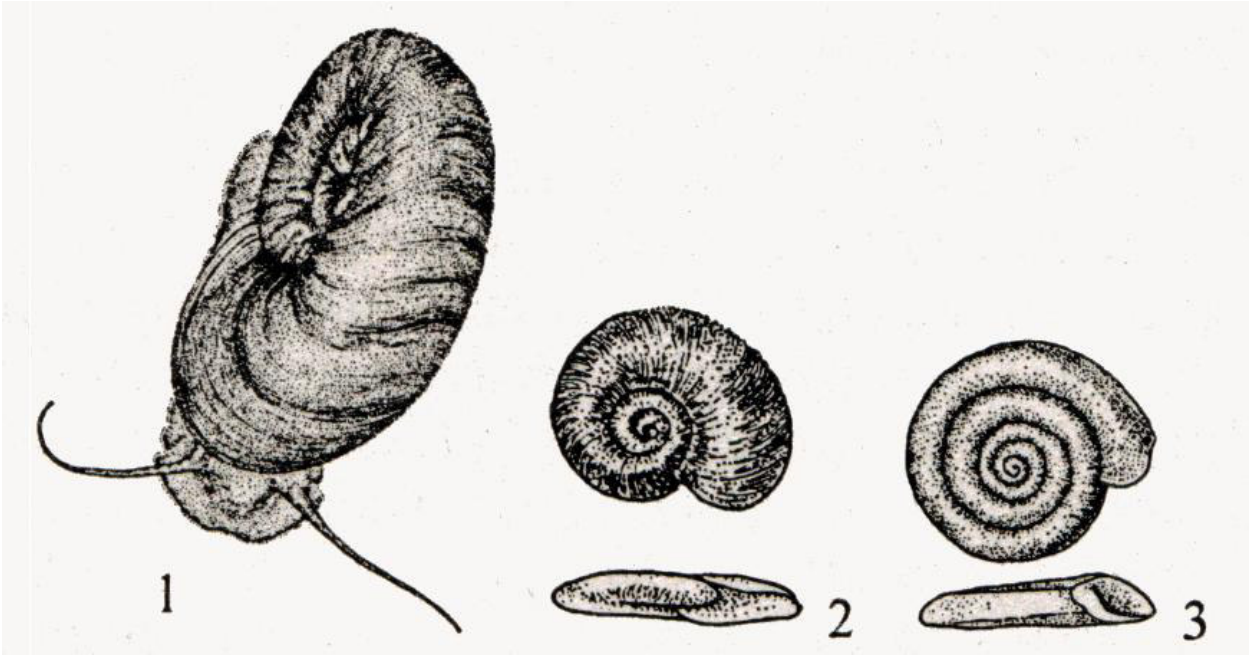


Рис.3. Представители семейства катушек: 1 – роговая катушка, 2 – сплюснутая катушка, 3 – выпуклая катушка.

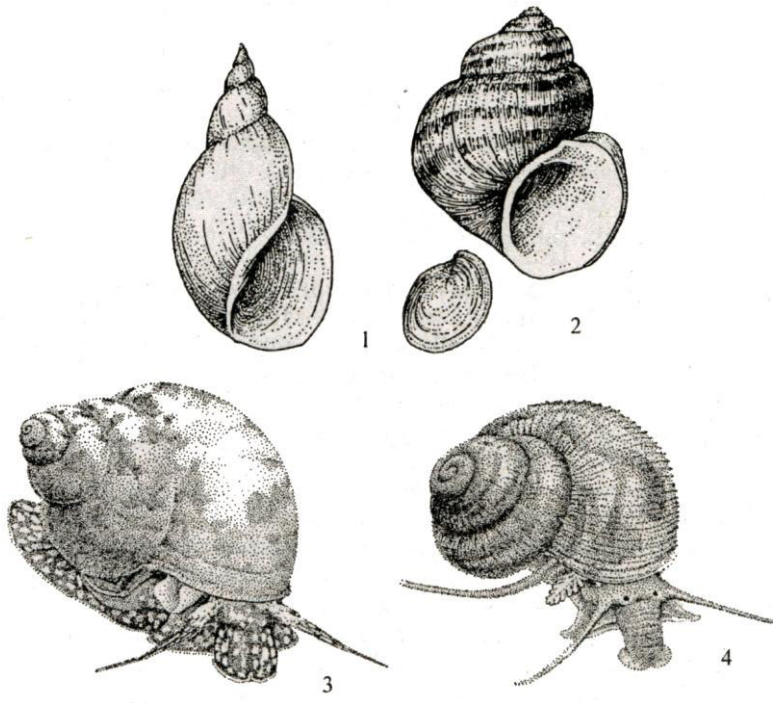


Рис.4. Некоторые представители брюхоногих моллюсков: 1 – турбоспиральная правозакрученная раковина, 2 – болотная живородка, 3 – щупальцевая битиния, 4 – затворка.

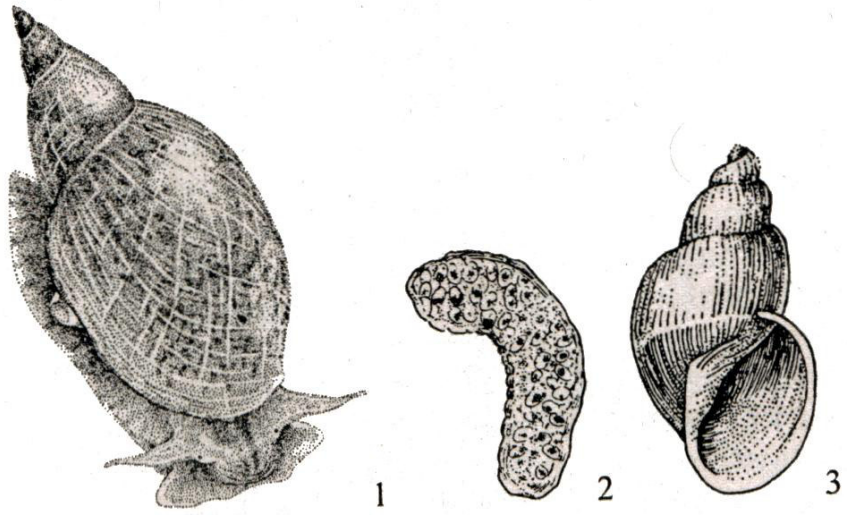


Рис.5. Прудовики: 1 – обыкновенный прудовик, 2 – кладка яиц обыкновенного прудовика, 3 – малый прудовик.

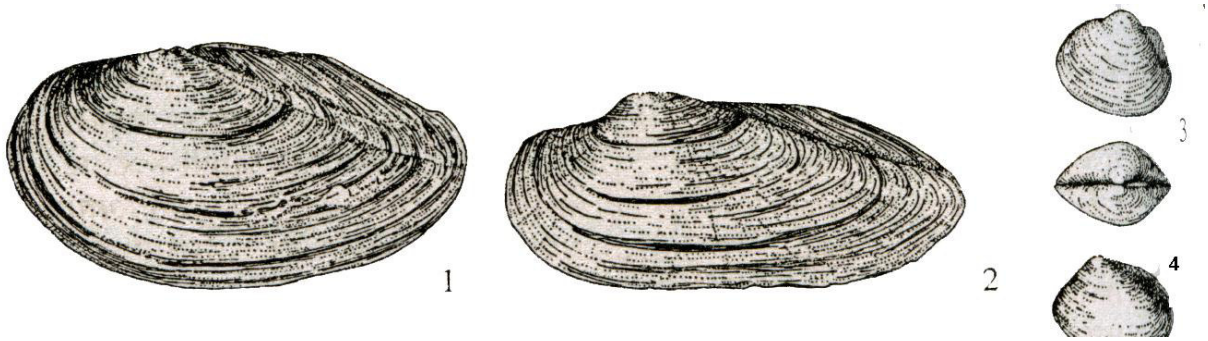


Рис.6. Некоторые пресноводные двустворчатые моллюски: 1 – беззубка, 2 – перловица, 3 – речная шаровка, 4 – горошина.

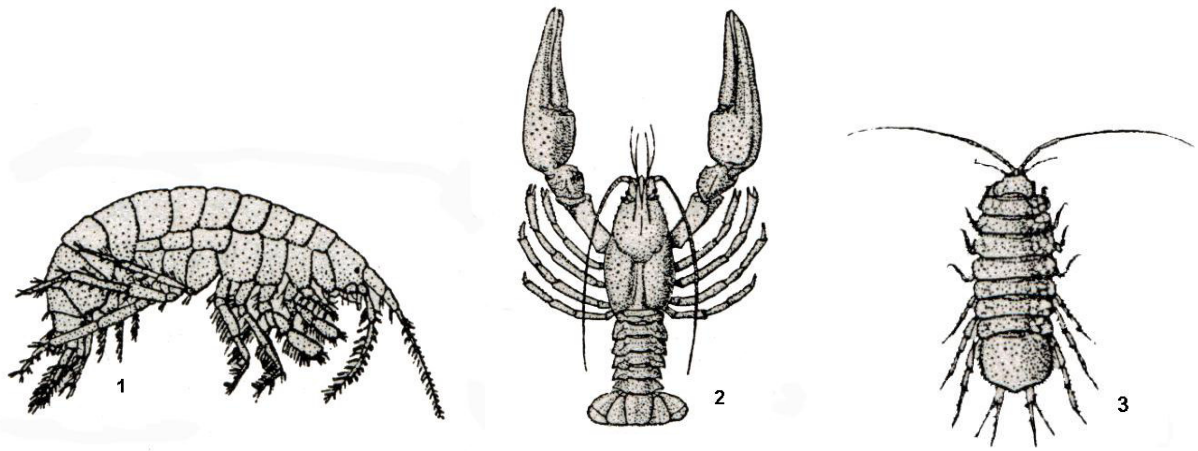


Рис.7. Высшие раки: 1 – бокоплав-блоха, 2 – речной рак, 3 – водяной ослик.

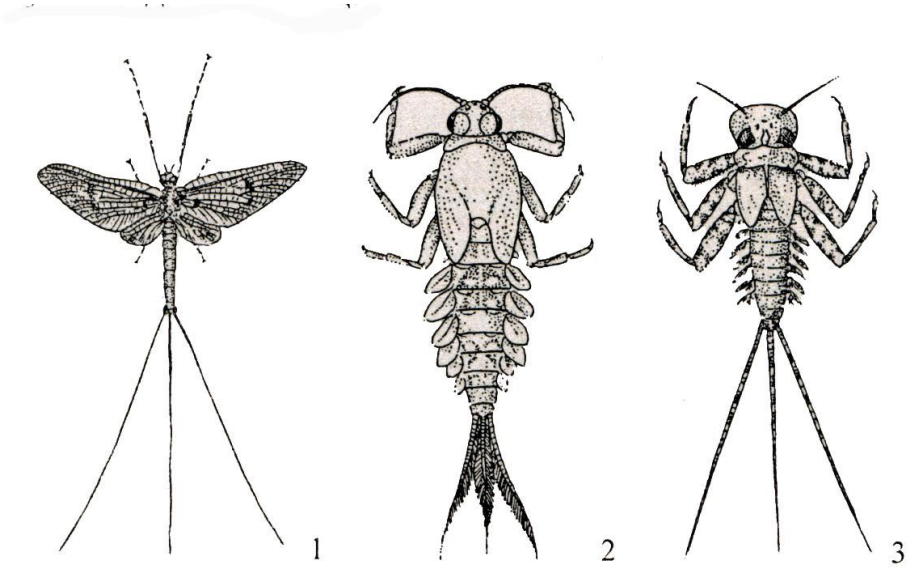


Рис.8. Поденки: 1 – внешний вид типичной поденки, 2 – личинка двухвостой поденки, 3 – личинка поденки-семидневки.

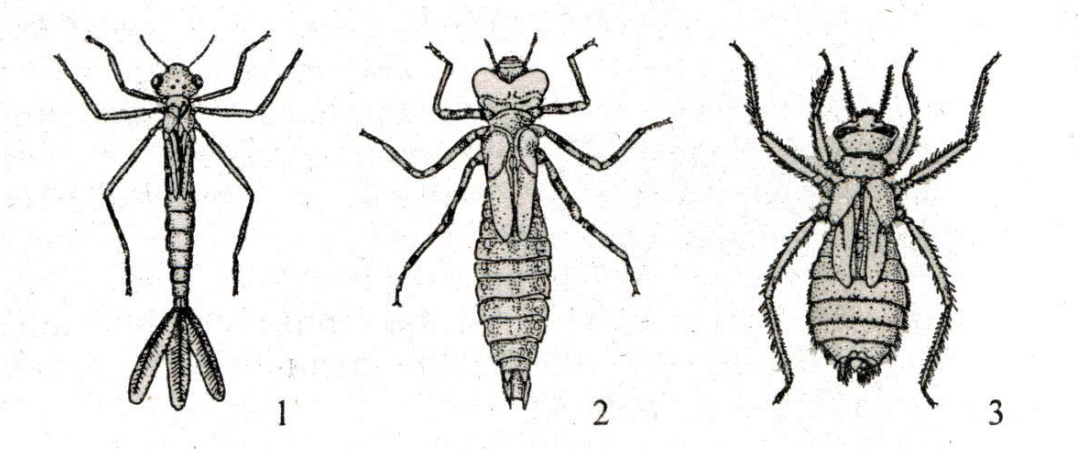


Рис.9. Биологические типы личинок стрекоз: 1 – личинки типа лютки, обитатели перифитона; 2 – личинки типа коромысло, донные хищники; 3 – личинка бабки, донный собиратель.

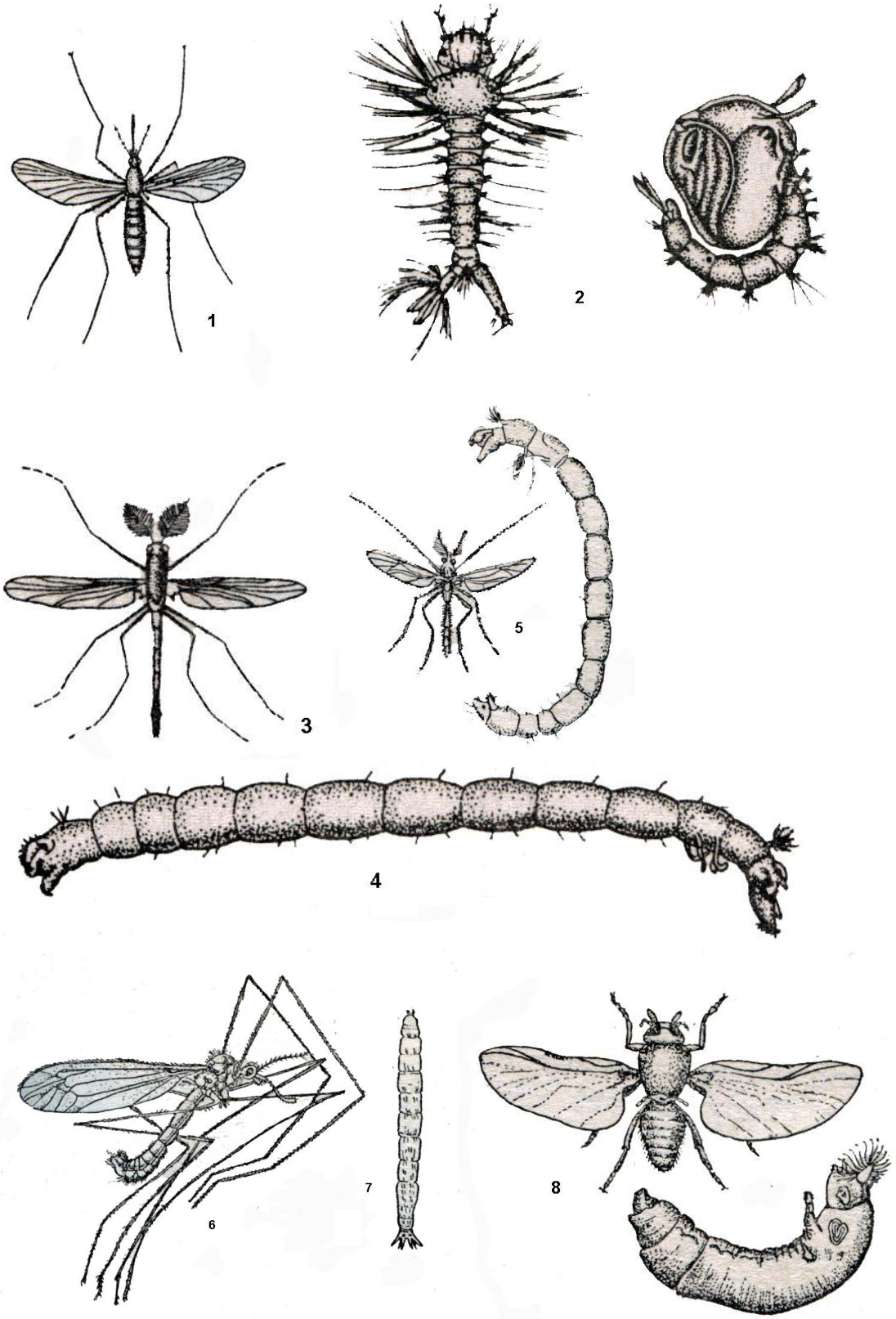


Рис.10. Представители двукрылых: 1 – настоящий комар, 2 – личинка и куколка настоящего комара, 3 – комар-звонец, 4 – личинка комара звонца, 5 – комар-дергун и его личинка «мотыль», 6 – комар-долгоножка, 7 – дыхательные отверстия комара-долгоножки, 8 – личинка комара-долгоножки, 9 - мошка и ее личинка.

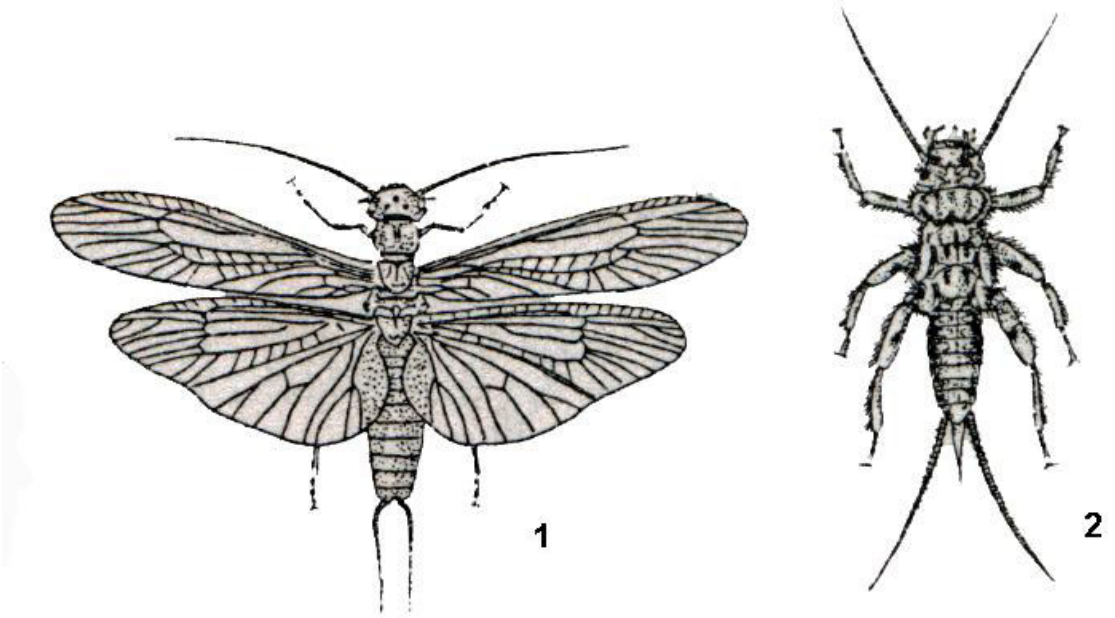


Рис.11. Веснянки: 1 – обыкновенная веснянка, 2 – личинка обыкновенной веснянки.

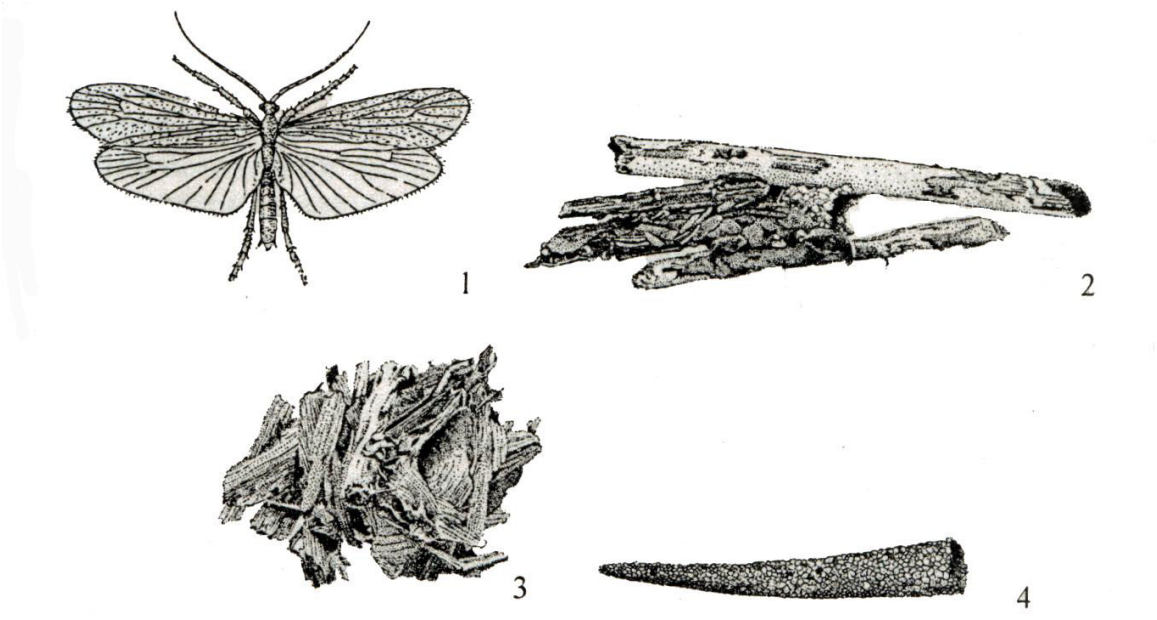


Рис.12. Ручейники: 1 – внешний вид ручейника, 2 – домик анаболии, 3 – домик лимнофила, 4 – домик тонкоуса.

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

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 по специальностям: 032400 – Биология с дополнительной специальностью Химия, 012100 – Генетика.

Практикум предназначен для использования на лабораторно-практических занятиях и для самостоятельной работы студентов при изучении курса Анатомия и морфология человека.

Ответственный за выпуск: М.Г.Мигранов, проф., зав. каф. зоологии БГПУ

Составитель: Т.И.Яковлева, преп. каф. зоологии БГПУ

Рецензенты: С.В.Любина, доц. каф. общей биологии и генетики БГПУ
И.Д.Тупиев, доц. каф. морфологии и физиологии человека БИФК (филиал УГУФК, г. Челябинск)

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее пособие предназначено для самостоятельной работы и проведения лабораторно-практических занятий для студентов естественно-географического факультета, обучающихся по специальностям 032400 – Биология с дополнительной специальностью Химия, 012100 – Генетика.Общий объем подготовки для БХ отделения – 140 часов, из них 28 – лекционных, 42 – лабораторно-практических и 70 – самостоятельная работа. Общий объем подготовки для отделения Генетика – 120 часов, из них 32 – лекционных, 48 – лабораторно-практических и 40 – самостоятельная работа. Учебный материал пособия разделен на темы, соответствующие аппаратам и системам органов, приведенных в учебнике «Анатомия человека» М.Р.Сапина, Г.Л.Билича (2003). Каждая тема содержит «Контрольные вопросы», по которым проводится оценка понимания и усвоения материала, и «Анатомические термины», являющиеся своеобразным языком данной дисциплины. Для проведения контроля и самоконтроля предназначены контурные карты, сопровождающиеся латинской номенклатурой.

При организации самостоятельной работы студент сначала должен ознакомиться с соответствующим разделом учебника и конспектом лекций, после чего перейти к изучению натуральных препаратов (отдельных костей скелета, влажных препаратов внутренних органов) и муляжей. Пользуясь рисунками в учебнике, таблицами и раздаточным материалом анатомического кабинета, следует рассмотреть систему в целом, детали строения органов, усвоить русские и основные латинские термины, приведенные в каждом разделе пособия.

При работе со списком анатомических терминов, приведенным по каждой теме пособия, необходимо уметь находить на рисунках учебника, атласа, на раздаточном материале указанные элементы. Для заполнения контурной карты нужно привести русский перевод латинских терминов и указать на рисунке перечисленные элементы.

Лабораторное занятие № 1

Тема: ОСТЕОЛОГИЯ. ОСЕВОЙ СКЕЛЕТ

Цель: научиться определять различные позвонки, ребра, грудину и их части, особенности их анатомического строения.

Контрольные вопросы:

1. Общая характеристика опорно-двигательного аппарата.
2. Значение скелета.
3. Онтогенез скелета.
4. Филогенез скелета.
5. Краткая характеристика тканей скелета.
6. Химический состав костной ткани.
7. Кость как орган.
8. Развитие и строение костной ткани (виды остеогенеза).
9. Рост костей.
10. Классификация костей.
11. Зависимость развития костей от внутренних и внешних факторов.
12. Классификация соединений костей.
13. Характеристика и примеры:
    а) синартрозов,
    б) синдесмозов,
    в) синхондрозов,
    г) синостозов.
14. Характеристика симфизов. Примеры.
15. Характеристика диартрозов.
16. Классификация суставов.
17. Характеристика и примеры суставов:
    а) одноосные,
    б) двухосные,
    в) многоосные.
18. Общая схема строения позвонка.
19. Особенности строения позвонков по отделам:
    а) шейный,
    б) грудной,
    в) поясничный,
    г) крестцовый,
    д) копчиковый.

20. Соединение позвонков.
21. Основные этапы онтогенеза и филогенеза позвоночника.
22. Особенности позвоночника человека.
23. Грудная клетка. Соединение элементов.

Анатомические термины.

ОБЩИЕ ТЕРМИНЫ
Вертикальный
Горизонтальный
Срединный
Венечный
Сагиттальный
Правый
Левый
Поперечный
Медиальный
Промежуточный
Латеральный, боковой
Передний
Задний
Передний, вентральный
Задний, дорсальный
Фронтальный, лобный
Затылочный
Верхний
Нижний
Верхний, краниальный
Нижний, каудальный
Ростральный
Верхушечный
Базальный
Базилярный
Средний
Поперечный
Продольный
Осевой, аксиальный
Поверхностный
Глубокий
Проксимальный
Дистальный
Центральный
Периферический
Сгибатель
Разгибатель
ОБЛАСТИ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА
Передняя срединная линия
Грудинная линия
Окологрудинная линия
Среднеключичная линия (сосковая линия)
Передняя подмышечная линия
Средняя подмышечная линия
Задняя подмышечная линия
Лопаточная линия
Околопозвоночная линия
Позвоночная линия
Задняя срединная линия
ОСТЕОЛОГИЯ
Костная часть
  Периост (надкостница)
  Эндост
  Корковое (компактное) вещество
  Остеон
  Губчатое (трабекулярное) вещество
Хрящевая часть
  Надхрящница (перихондрий)
Осевой скелет

Добавочный скелет
Длинная кость
  Эпифиз
  Диафиз
  Метафиз
    Эпифизарный хрящ
    Эпифизарная линия
  Суставная поверхность
  Костно-мозговая полость
Короткая кость
Плоская кость
Воздухоносная кость
Питательное отверстие
Питательный канал
Точка окостенения
  Первичная
  Вторичная
ПОЗВОНОЧНЫЙ СТОЛБ
Позвоночный канал
Позвонок
Тело позвонка
Дуга позвонка
  Межпозвоночное отверстие
  Верхняя позвоночная вырезка
  Нижняя позвоночная вырезка
Позвоночное отверстие
Остистый отросток
Поперечный отросток
  Верхний суставной отросток
  Нижний суставной отросток
Шейные позвонки (CI – CVII)
  Отверстие поперечного отростка
Атлант (CI)
Латеральная масса
  Верхняя суставная ямка
  Нижняя суставная ямка
Передняя дуга
  Ямка зуба
  Передний бугорок
Задняя дуга
  Задний бугорок
Осевой позвонок (CII)
Зуб
Верхушка
  Передняя суставная поверхность
  Задняя суставная поверхность
Выступающий позвонок (CVII)
Грудные позвонки (ThI – ThXII)
Верхняя реберная ямка
Нижняя реберная ямка
Реберная ямка поперечного отростка
Поясничные позвонки
Крестец (крестцовые позвонки)
Основание крестца
  Мыс
  Верхний суставной отросток
Латеральная часть
  Ушковидная поверхность
  Крестцовая бугристость
Тазовая поверхность
  Поперечные линии
  Тазовые крестцовые отверстия
Дорсальная поверхность
  Дорсальные крестцовые отверстия
  Срединный крестцовый гребень
  Промежуточный крестцовый гребень
  Латеральный крестцовый гребень
Крестцовый рог
Крестцовый канал
Крестцовая щель
Верхушка крестца
Копчик (CoI – CoIV)
РЕБРА И ГРУДИНА
Ребра (I –XII)
Истинные ребра (I – VII)

Ложные ребра (VIII – X)
Колеблющиеся ребра (XI – XII)
Реберный хрящ
Костная часть ребра
Головка ребра
  Суставная поверхность головки ребра
Шейка ребра
Тело ребра
Бугорок ребра
  Суставная поверхность бугорка ребра
Угол ребра
Борозда ребра
Грудина
Рукоятка грудины
  Ключичная вырезка
  Яремная вырезка
  Реберные вырезки
  Угол грудины
Тело грудины
Мечевидный отросток

Лабораторное занятие № 2

Тема: ЧЕРЕП

Цель: Научиться определять, называть и показывать на целом черепе и отдельных препаратах кости мозгового и лицевого отделов черепа, их части, знать череп как целое, строение черепных ямок, глазниц, носовой полости, височной, подвисочной и крыловидно-небной ямок, наружного основания черепа.

Контрольные вопросы:

1. Мозговой и лицевой отделы черепа. Значение.
2. Основные этапы онто- и филогенеза.
3. Особенности черепа человека.
4. Строение мозгового черепа.
5. Строение лицевого черепа.
6. Основные краниометрические точки.
7. Полости лицевого черепа: глазницы, носовая и ротовая полости, воздухоносные пазухи.
8. Основание мозгового черепа.
9. Соединение черепа с позвоночником.
10. Соединения костей черепа.

Анатомические термины

КОСТИ ЧЕРЕПА
Затылочная кость
Большое (затылочное) отверстие
Базилярная часть
Борозда верхнего сагиттального синуса
Латеральная часть
Затылочная чешуя
Затылочный мыщелок
Мыщелковый канал
Мыщелковая ямка
Яремная вырезка
Глоточный бугорок
Наружный затылочный выступ
Наружный затылочный гребень
Верхняя выйная линия
Нижняя выйная линия
Крестообразное возвышение

Внутренний затылочный выступ
Внутренний затылочный гребень
Борозда поперечного синуса
КЛИНОВИДНАЯ КОСТЬ
Тело
Предперекрестная борозда
Турецкое седо
Бугорок седла
Гипофизарная ямка
Спинка седла
Сонная борозда
Клиновидная пазуха
Апертура клиновидной пазухи
Малое крыло
Зрительный канал
Верхняя глазничная щель
Большое крыло
Мозговая поверхность
Височная поверхность
Верхнечелюстная поверхность
Глазничная поверхность
Подвисочный гребень
Круглое отверстие
Овальное отверстие
Остистое отверстие
Крыловидный отросток
Латеральная пластинка крыловидного отростка
Медиальная пластинка крыловидного отростка
Крыловидный крючок
Крыловидный канал
ВИСОЧНАЯ КОСТЬ
Пирамида (каменистая часть)
Сосцевидный отросток
Сосцевидная вырезка
Борозда сигмовидного синуса
Сосцевидное отверстие
Лицевой канал
Каналец барабанной струны
Верхушка пирамиды
Сонный канал
Сонно-барабанные канальцы
Мышечно-трубный канал
Передняя поверхность пирамиды
Крыша барабанной полости
Дугообразное возвышение
Тройничное вдавление
Верхний край пирамиды
Борозда верхнего каменистого синуса
Задняя поверхность пирамиды
Внутреннее слуховое отверстие
Внутренний слуховой проход
Водопровод преддверия
Яремная вырезка
Каналец улитки
Нижняя поверхность пирамиды
Яремная ямка
Яремная вырезка
Шиловидный отросток
Шило-сосцевидное отверстие
Барабанный каналец
Барабанная полость
Барабанная часть
Наружный слуховой проход
Наружное слуховое отверстие
Чешуйчатая часть
Височная поверхность
Скуловой отросток
Нижнечелюстная ямка
Суставная поверхность
Суставной бугорок
Мозговая поверхность
ТЕМЕННАЯ КОСТЬ
Внутренняя поверхность
Борозда сигмовидного синуса
Наружная поверхность

- Верхняя височная линия
- Нижняя височная линия
- Теменной бугор

Затылочный край
Чешуйчатый край
Сагиттальный край
Лобный край
Лобный угол
Затылочный угол
Клиновидный угол
Сосцевидный угол
Теменное отверстие

ЛОБНАЯ КОСТЬ

Лобная чешуя
- Наружная поверхность
- Лобный бугор
- Надбровная дуга
- Глабелла
- Надглазничный край

Височная поверхность
- Скуловой отросток

Внутренняя поверхность
- Лобный гребень
- Борозда верхнего сагиттального синуса
- Слепое отверстие

Носовая часть
- Носовая ость
- Лобная пазуха
- Апертура лобной пазухи
- Глазничная часть
- Внутренняя поверхность
- Решетчатые отверстия
- Решетчатая вырезка

РЕШЕТЧАТАЯ КОСТЬ

Решетчатая пластинка
Петушиный гребень
Перпендикулярная пластинка
Решетчатый лабиринт
- Решетчатые ячейки
- Глазничная пластинка

Решетчатые отверстия
Верхняя носовая раковина
Средняя носовая раковина
- Большой решетчатый пузырек
- Полулунная расщелина

СЛЕЗНАЯ КОСТЬ

НОСОВАЯ КОСТЬ

СОШНИК

ВЕРХНЯЯ ЧЕЛЮСТЬ

Тело верхней челюсти
- Глазничная поверхность
- Подглазничный край
- Передняя поверхность
  - Подглазничное отверстие
  - Клыковая ямка
  - Носовая вырезка
  - Передняя носовая ость
- Подвисочная поверхность
- Альвеолярные отверстия
- Бугор верхней челюсти
- Носовая поверхность
  - Слезная борозда
  - Раковинный гребень
  - Верхнечелюстная расщелина

Верхнечелюстная пазуха (гайморова пазуха)
Лобный отросток
Скуловой отросток
Небный отросток
Альвеолярный отросток
- Верхняя альвеолярная дуга
  - Зубные альвеолы
  - Межъальвеолярные перегородки

Небная кость

Перпендикулярная пластинка
- Носовая поверхность
- Верхнечелюстная поверхность
- Пирамидальный отросток
- Глазничный отросток
- Клиновидный отросток

Горизонтальная пластинка

- Носовая поверхность
- Небная поверхность

Скуловая кость

- Латеральная поверхность
- Височная поверхность
- Глазничная поверхность
- Височный отросток
- Лобный отросток

Нижняя челюсть

Тело нижней челюсти

- Основание нижней челюсти
- Подбородочный выступ
- Подбородочное отверстие
- Двубрюшная ямка
- Подбородочная ость
- Поднижнечелюстная ямка
- Альвеолярная часть
  - Альвеолярная дуга
  - Зубные альвеолы
  - Межъальвеолярные перегородки

Ветвь нижней челюсти

- Угол нижней челюсти
- Жевательная бугристость
- Крыловидная бугристость
- Отверстие нижней челюсти
- Канал нижней челюсти
- Венечный отросток
- Вырезка нижней челюсти
- Мыщелковый отросток
  - Головка нижней челюсти
  - Шейка нижней челюсти
  - Крыловидная ямка

Подъязычная кость

- Тело
- Малый рог
- Большой рог

Лабораторное занятие № 3

Тема: КОСТИ ВЕРХНЕЙ И НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТЕЙ

Цель: научиться находить, называть и показывать кости верхней и нижней конечностей, их части, рассказывать их строение.

Контрольные вопросы:

1. Общий обзор скелета конечностей.
2. Основные этапы филогенеза скелета конечностей.
3. Строение плечевого пояса.
4. Скелет свободной верхней конечности:
   а) плечевая кость,
   б) кости предплечья,
   в) кости кисти.
4. Характеристика сочленений верхней конечности.
5. Особенности скелета верхней конечности в связи с трудовой деятельностью.
6. Строение тазового пояса.
7. Скелет свободной нижней конечности:
   а) бедренная кость,
   б) кости голени,
   в) кости стопы.
8) Характеристика сочленений нижней конечности.
9) Особенности скелета нижней конечности в связи с прямохождением.

Анатомические термины

КОСТИ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ
Пояс верхней конечности
Лопатка
Реберная поверхность
Подлопаточная ямка
Дорсальная поверхность
Ость лопатки
Надостная ямка
Подостная ямка
Акромион
Суставная поверхность акромиона

Медиальный край
Латеральный край
Верхний край
Вырезка лопатки
Нижний угол
Латеральный угол
Верхний угол
Суставная впадина
Шейка лопатки
Клювовидный отросток
Ключица
Грудинный конец
Грудинная суставная поверхность
Тело ключицы
Акромиальный конец
Акромиальная суставная поверхность
Скелет свободной верхней конечности
Плечевая кость
Головка плечевой кости
Анатомическая шейка
Хирургическая шейка
Большой бугорок
Малый бугорок
Межбугорковая борозда
Гребень большого бугорка
Гребень малого бугорка
Тело плечевой кости
Задняя поверхность
Борозда лучевого нерва
Медиальный край
Латеральный край
Дельтовидная бугристость
Мыщелок плечевой кости
Блок плечевой кости
Ямка локтевого отростка
Венечная ямка
Лучевая ямка
Медиальный надмыщелок
Латеральный надмыщелок
Лучевая кость
Головка лучевой кости
Суставная ямка
Суставная окружность
Шейка лучевой кости
Тело лучевой кости
Передняя поверхность
Задняя поверхность
Латеральная поверхность
Межкостный край
Передний край
Задний край
Шиловидный отросток
Локтевая вырезка
Запястная суставная поверхность
Локтевая кость
Локтевой отросток
Венечный отросток
Блоковидная вырезка
Лучевая вырезка
Тело локтевой кости
Передняя поверхность
Задняя поверхность
Медиальная поверхность
Межкостный край
Передний край
Задний край
Головка локтевой кости
Суставная окружность
Шиловидный отросток
ЗАПЯСТЬЕ
Кости запястья
Ладьевидная кость
Полулунная кость
Трехгранная кость
Гороховидная кость
Кость-трапеция
Трапециевидная кость
Головчатая кость
Крючковидная кость
Борозда запястья
Пясть
1 – 5 пястные кости
Основание

Тело
Головка
Фаланги
Проксимальная фаланга
Средняя фаланга
Дистальная фаланга
Основание фаланги
Тело фаланги
Головка фаланги
Сесамовидные кости
КОСТИ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ
Пояс нижней конечности
Тазовая кость
Вертлужная впадина
Запирательное отверстие
Подвздошная кость
Тело подвздошной кости
Крыло подвздошной кости
  Дугообразная линия
  Подвздошный гребень
    Наружная губа
    Промежуточная линия
    Внутренняя губа
  Верхняя передняя подвздошная ость
  Нижняя передняя подвздошная ость
  Верхняя задняя подвздошная ость
  Нижняя задняя подвздошная ость
Подвздошная ямка
Ягодичная поверхность
Крестцово-тазовая поверхность
  Ушковидная поверхность
Седалищная кость
Тело седалищной кости
Ветвь седалищной кости
Седалищный бугор
Седалищная ость
Большая седалищная вырезка
Малая седалищная вырезка
Лобковая кость
Тело лобковой кости
Лобковый бугорок
Симфизиальная поверхность
Лобковый гребень
Верхняя ветвь лобковой кости
  Подвздошно-лобковое возвышение
  Гребень лобковой кости
Нижняя ветвь лобковой кости
ТАЗ
Лобковая дуга
  Подлобковый угол
Большой таз
Малый таз
Пограничная линия
Верхняя апертура таза
Нижняя апертура таза
Конъюгата истинная
Поперечный диаметр
Косой диаметр
Наклон таза
Скелет свободной нижней конечности
Бедренная кость
Головка бедренной кости
Шейка бедренной кости
Большой вертел
Малый вертел
Межвертельная линия
Тело бедренной кости
  Шероховатая линия
  Гребенчатая линия
  Ягодичная бугристость
  Подколенная поверхность
Медиальный мыщелок
Медиальный надмыщелок
Латеральный мыщелок
Латеральный надмыщелок
Надколенниковая поверхность
Межмыщелковая ямка
Надколенник
Большеберцовая кость
Медиальный мыщелок
Латеральный мыщелок

Малоберцовая суставная поверхность
Межмыщелковое возвышение
Тело большеберцовой кости
Бугристость большеберцовой кости
Медиальная поверхность
Задняя поверхность
Латеральная поверхность
Медиальный край
Передний край
Межкостный край
Медиальная лодыжка
Суставная поверхность лодыжки
Малоберцовая вырезка
Нижняя суставная поверхность
Малоберцовая кость
Головка малоберцовой кости
Суставная поверхность головки малоберцовой кости
Шейка малоберцовой кости
Тело малоберцовой кости
Латеральная поверхность
Медиальная поверхность
Задняя поверхность
Передний край
Межкостный край
Задний край
Латеральная лодыжка
Суставная поверхность лодыжки
Предплюсна
Таранная кость
Головка таранной кости
Шейка таранной кости
Тело таранной кости
Блок таранной кости
Пяточная кость
Бугор пяточной кости
Опора пяточной кости
Ладьевидная кость
Медиальная клиновидная кость
Промежуточная клиновидная кость
Латеральная клиновидная кость
Кубовидная кость
Плюсна
1 – 5 плюсневые кости
Основание
Тело
Головка
Фаланги
Проксимальная фаланга
Средняя фаланга
Дистальная фаланга
Основание
Тело
Головка

Лабораторное занятие № 4

Тема: МИОЛОГИЯ

Цель: научиться находить, называть и показывать мышцы головы, шеи, туловища и конечностей, места их начала и прикрепления, понимать функцию.

Контрольные вопросы:

1. Значение мышечной системы.
2. Мышца как орган.
3. Классификация скелетных мышц.
4. Закономерности распределения мышц.
5. Вспомогательный аппарат мышц (фасции, костно-фиброзные и синовиальные влагалища, синовиальные сумки).
6. Законы биомеханики в работе двигательного аппарата.
7. Влияние факторов внешней и внутренней среды на мускулатуру
8. Мимические мышцы. Жевательные мышцы.
9. Мышцы шеи.
10. Мышцы спины.
11. Мышцы груди.
12. Мышцы живота.
13. Мышцы верхней конечности.
14. Мышцы нижней конечности.

Анатомические термины

МИОЛОГИЯ
Мышца
Головка
Брюшко
Сухожилие
Влагалище сухожилия
Фиброзный слой
Синовиальный слой
Эндотендиний
Перитендиний
Сухожильная перемычка
Сухожильная дуга
Апоневроз
Перимизий
Эндомизий
Блок мышцы

Синовиальная сумка
Фасция
Веретенообразная мышца
Квадратная мышца
Треугольная мышца
Сфинктер
Круговая мышца
Одноперистая мышца
Двуперистая мышца
Многоперистая мышца
Мышцы головы
Подзатылочные мышцы
Большая задняя прямая мышца головы
Малая задняя прямая мышца головы
Верхняя косая мышца головы
Нижняя косая мышца головы
Латеральная прямая мышца головы
Передняя прямая мышца головы
Ременная мышца головы
Длинная мышца головы
Мышцы лица и жевательные мышцы
Надчерепная мышца
  Затылочно-лобная мышца
    Лобное брюшко
    Затылочное брюшко
Височно-теменая мышца
Сухожильный шлем (надчерепной апоневроз)
Мышца гордецов
Носовая мышца
Круговая мышца глаза
  Вековая часть
  Глазничная часть
  Слезная часть
Мышца, сморщивающая бровь
Мышца, опускающая бровь
Передняя ушная мышца
Верхняя ушная мышца
Задняя ушная мышца
Круговая мышца рта
Мышца, опускающая угол рта
Мышца смеха
Большая и малая скуловые мышцы
Мышца, поднимающая верхнюю губу
Мышца, поднимающая угол рта
Щечная мышца
Подбородочная мышца
Жевательная мышца
Височная мышца
Латеральная крыловидная мышца
Медиальная крыловидная мышца
Мышцы шеи
Подкожная мышца шеи
Ременная мышца шеи
Длинная мышца шеи
Передняя лестничная мышца
Средняя лестничная мышца
Задняя лестничная мышца
Грудино-ключично-сосцевидная мышца
Надподъязычные мышцы
Двубрюшная мышца
Шилоподъязычная мышца
Челюстно-подъязычная мышца
Подбородочно-подъязычная мышца
Подъязычные мышцы
Грудино-подъязычная мышца
Лопаточно-подъязычная мышца
Грудино-щитовидная мышца
Щитоподъязычная мышца
Мышцы спины
Трапециевидная мышца
Широчайшая мышца спины
Большая ромбовидная мышца
Малая ромбовидная мышца
Мышца, поднимающая лопатку

Нижняя задняя зубчатая мышца
Верхняя задняя зубчатая мышца
Мышца, выпрямляющая позвоночник
  Подвздошно-реберная мышца
  Длиннейшая мышца
  Остистая мышца
Поперечно-остистые мышцы
  Полуостистая мышца
  Многораздельные мышцы
  Мышцы-вращатели
Межостистые мышцы
Межпоперечные мышцы
Мышцы груди
Большая грудная мышца
Малая грудная мышца
Подключичная мышца
Грудная фасция
Ключично-грудная фасция
Передняя зубчатая мышца
Мышцы, поднимающие ребра
Наружные межреберные мышцы
  Наружная межреберная перепонка
Внутренние межреберные мышцы
  Внутренняя межреберная перепонка
Подреберные мышцы
Поперечная мышца груди
Диафрагма
Поясничная часть
  Правая ножка
  Левая ножка
Реберная часть
Грудинная часть
Аортальное отверстие
Пищеводное отверстие
Сухожильный центр
Отверстие нижней полой вены
  Медиальная дугообразная связка
  Латеральная дугообразная связка
  Срединная дугообразная связка
Мышцы живота
Прямая мышца живота
  Сухожильные перемычки
Пирамидальная мышца
Наружная косая мышца живота
  Паховая связка
  Поверхностное паховое кольцо
Внутренняя косая мышца живота
Поперечная мышца живота
Белая линия
Пупочное кольцо
Паховый канал
Квадратная мышца поясницы
Мышцы диафрагмы таза
Мышца, поднимающая задний проход
Наружный сфинктер заднего прохода
Мышцы мочеполовой диафрагмы
Глубокая поперечная мышца промежности
Сфинктер мочеиспускательного канала
Поверхностная поперечная мышца промежности
Седалищно-пещеристая мышца
Луковично-губчатая мышца
МЫШЦЫ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ
Мышцы плечевого сустава
Дельтовидная мышца
Надостная мышца
Подостная мышца
Малая круглая мышца
Большая круглая мышца
Подлопаточная мышца
Мышцы свободной верхней конечности
Мышцы плеча
Передняя группа

Клювовидно-плечевая мышца
Двуглавая мышца плеча
Плечевая мышца
Задняя группа
Трехглавая мышца плеча
Локтевая мышца
Мышцы предплечья
Передняя группа
Плечелучевая мышца
Круглый пронатор
Лучевой сгибатель запястья
Длинная ладонная мышца
Локтевой сгибатель запястья
Поверхностный сгибатель пальцев
Глубокий сгибатель пальцев
Длинный сгибатель большого пальца
Квадратный пронатор
Задняя группа
Длинный лучевой разгибатель запястья
Короткий лучевой разгибатель запястья
Разгибатель пальцев
Разгибатель мизинца
Локтевой разгибатель запястья
Супинатор
Длинная мышца, отводящая большой палец кисти
Короткий разгибатель большого пальца кисти
Длинный разгибатель большого пальца кисти
Разгибатель указательного пальца
Мышцы кисти
Мышцы большого пальца
Короткая мышца, отводящая большой палец кисти
Мышца, противопоставляющая большой палец кисти
Короткий сгибатель большого пальца кисти
Мышца, приводящая большой палец кисти
Средняя группа
Червеобразные мышцы
Ладонные межкостные мышцы
Тыльные межкостные мышцы
Мышцы мизинца
Короткая ладонная мышца
Мышца, отводящая мизинец
Мышца, противопоставляющая мизинец
Короткий сгибатель мизинца
МЫШЦЫ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ
Мышцы таза
Внутренняя группа
Подвздошно-поясничная мышца
(большая поясничная и подвздошная мышцы)
Внутренняя запирательная мышца
Грушевидная мышца
Наружная группа
Большая ягодичная мышца
Средняя ягодичная мышца
Малая ягодичная мышца
Квадратная мышца бедра
Наружная запирательная мышца
Верхняя близнечные мышцы
Нижняя близнечные мышцы
Мышцы бедра
Передняя группа
Портняжная мышца
Четырехглавая мышца бедра
Задняя группа
Двуглавая мышца бедра

- Полусухожильная мышца
- Полуперепончатая мышца

Медиальная группа
- Тонкая мышца
- Гребенчатая мышца
- Длинная приводящая мышца
- Короткая приводящая мышца
- Большая приводящая мышца

Мышцы голени

Передняя группа
- Передняя большеберцовая мышца
- Длинный разгибатель пальцев
- Длинный разгибатель большого пальца

Задняя группа
- Трехглавая мышца голени
  - Икроножная мышца
  - Камбаловидная мышца
- Подошвенная мышца
- Подколенная мышца
- Длинный сгибатель пальцев
- Длинный сгибатель большого пальца стопы
- Задняя большеберцовая мышца

Латеральная группа
- Длинная малоберцовая мышца
- Короткая малоберцовая мышца

Мышцы стопы

Мышцы тыла стопы
- Короткий разгибатель пальцев
- Короткий разгибатель большого пальца

Мышцы подошвы стопы
- Мышца, отводящая большой палец стопы
- Короткий сгибатель большого пальца стопы
- Мышца, приводящая большой палец стопы (косая и поперечная головки)

Средняя группа
- Короткий сгибатель пальцев
- Квадратная мышца подошвы
- Червеобразные мышцы
- Подошвенные межкостные мышцы

Латеральная группа
- Мышца, отводящая мизинец стопы
- Короткий сгибатель мизинца стопы

Лабораторное занятие № 5

Тема: ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Цель: научиться определять, называть и показывать органы пищеварительной системы, знать их строение, возрастные особенности, понимать их функцию.

Контрольные вопросы:

1. Понятие о внутренних органах.
2. Основные этапы филогенеза- и онтогенеза.
3. Строение стенок полых внутренних органов.
4. Ротовая полость и ее органы (зубы, язык, слюнные железы).
5. Отделы глотки, строение стенки, лимфоидный аппарат.
6. Пищевод (отделы, строение стенки, сужения).
7. Желудок (отделы, строение стенки, функции).
8. Тонкий кишечник (отделы, строение стенки, функции).
9. Толстый кишечник (отделы, строение стенки, функции).
10. Печень (строение, функции).
11. Поджелудочная железа (строение, функции).
12. Ацинусы печени и поджелудочной железы.
13. Желчевыводящие пути, желчный пузырь.

Анатомические термины

СПЛАНХНОЛОГИЯ
Слизистая оболочка
  Эпителий слизистой оболочки
  Собственная пластинка слизистой оболочки
  Мышечная пластинка слизистой оболочки
Подслизистая основа
Мышечная оболочка
  Круговой слой
  Продольный слой
Серозная оболочка (адвентициальная оболочка)
ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ
Полость рта
Преддверие рта
Ротовая щель
Губы рта
  Верхняя губа

- Губной желобок
- Нижняя губа
- Угол рта

Щека
Собственно полость рта
Небо
- Твердое небо
- Мягкое небо
- Шов неба

Десны
Железы рта
Большие слюнные железы
- Подъязычная железа
- Большой подъязычный проток
- Малые подъязычные протоки
- Поднижнечелюстная железа
- Поднижнечелюстной проток
- Околоушная железа
- Околоушной проток

Малые слюнные железы
Зубы
Коронка зуба
Шейка зуба
Корень зуба
- Канал корня зуба
- Полость зуба
- Пульпа зуба

Дентин
Эмаль
Цемент
Периодонт
Резцы
Клыки
Малые коренные зубы (премоляры)
Большие коренные зубы (моляры)
- Зуб мудрости (третий моляр)

Молочные зубы
Постоянные зубы
Язык
Тело языка
Корень языка
Спинка языка
Край языка
Верхушка языка
Уздечка языка
Сосочки языка
- Нитевидные
- Конусовидные
- Грибовидные
- Желобовидные
- Листовидные

Мышцы языка
Язычная миндалина
Глотка
Зев
- Перешеек зева

Мягкое небо
- Небная занавеска
- Небный язычок
- Небно-язычная дужка
- Небно-глоточная дужка

Небная миндалина
Полость глотки
Свод глотки
Носовая часть
Ротовая часть
Гортанная часть
Глоточная (аденоидная) миндалина
Глоточное отверстие слуховой трубы
- Трубный валик

Трубные миндалины
Мышцы глотки
Пищевод
Шейная часть
Грудная часть
Брюшная часть
Желудок
Передняя стенка
Задняя стенка
Большая кривизна желудка
Малая кривизна желудка
Кардиальная часть (кардиа)
- Кардиальное отверстие

Дно (свод) желудка

Тело желудка
Привратниковая (пилорическая) часть
Канал привратника
Привратник (пилорус)
Отверстие привратника
Сфинктер привратника
Мышечная оболочка
Продольный слой
Круговой слой
Косые волокна
Подслизистая основа
Слизистая оболочка
Складки желудка
Желудочные поля
Желудочные ямочки
Тонкая кишка
Серозная оболочка
Подсерозная основа
Мышечная оболочка
Продольный слой
Круговой слой
Подслизистая основа
Слизистая оболочка
Круговые складки
Кишечные ворсинки
Кишечные железы
Одиночные лимфоидные узелки
Лимфоидные бляшки (групповые лимфоидные узелки)
Двенадцатиперстная кишка
Верхняя часть
Ампула
Нисходящая часть
Горизонтальная часть(нижняя)
Восходящая часть
Верхний изгиб
Нижний изгиб
Двенадцатиперстно-тощий изгиб
Большой сосочек
Малый сосочек
Дуоденальные железы
Тощая кишка
Подвздошная кишка
Толстая кишка
Слепая кишка
Илеоцекальный клапан
Илеоцекальное отверстие
Червеобразный отросток (аппендикс)
Отверстие аппендикса
Ободочная кишка
Восходящая ободочная кишка
Правый изгиб ободочной кишки
Поперечная ободочная кишка
Левый изгиб ободочной кишки
Нисходящая ободочная кишка
Сигмовидная ободочная кишка
Полулунные складки
Гаустры ободочной кишки
Сальниковые отростки
Мышечная оболочка
Продольный слой
Ленты ободочной кишки
Брыжеечная лент
Сальниковая лента
Свободная лента
Круговой слой
Прямая кишка
Крестцовый изгиб
Промежностный изгиб
Ампула прямой кишки
Мышечная оболочка
Продольный слой
Круговой слой
Внутренний сфинктер заднего прохода
Заднепроходной (анальный) канал
Заднепроходные (анальные) столбы

Заднепроходные (анальные) пазухи
Заднепроходные (анальные) заслонки
Заднепроходно-кожная линия
Задний проход
Наружный сфинктер заднего прохода
Печень
Фиброзная оболочка
Диафрагмальная поверхность
Борозда нижней полой вены
Висцеральная поверхность
Ямка желчного пузыря
Круглая связка печени
Ворота печени
Желудочное вдавление
Нижний край
Доли печени
Правая доля
Левая доля
Квадратная доля
Хвостатая доля
Дольки печени
Междольковые артерии
Междольковые вены
Центральные вены
Междольковые проточки
Желчные проточки
Правый печеночный проток
Левый печеночный проток
Общий печеночный проток
Желчный пузырь
Дно желчного пузыря
Тело желчного пузыря
Шейка желчного пузыря
Слизистая оболочка
Пузырный проток
Общий желчный проток
Сфинктер общего желчного протока
Печеночно-поджелудочная ампула
Сфинктер печеночно-поджелудочной ампулы
Поджелудочная железа
Головка поджелудочной железы
Тело поджелудочной железы
Хвост поджелудочной железы
Капсула поджелудочной железы
Экзокринная часть поджелудочной железы
Дольки поджелудочной железы
Проток поджелудочной железы
Сфинктер протока
Добавочный проток
Эндокринная часть поджелудочной железы

Лабораторное занятие № 6

Тема: ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Цель: научиться определять, называть и показывать органы дыхательной системы (наружный нос, полость носа, гортань, трахею, главные, долевые и сегментарные бронхи, легкие, их доли, сегменты, дольки); знать строение ацинуса; плевру и органы средостения, их строение, расположение и функции, возрастные особенности.

Контрольные вопросы:

1. Краткий очерк филогенеза- и онтогенеза органов дыхания.
2. Нос и носовая полость (характеристика обонятельной и респираторной частей).
3. Гортань, строение и функции.
4. Нижние дыхательные пути (трахея, бронхи).
5. Строение легких.
6. Респираторный отдел легкого. Ацинус.
7. Плевральные листки и средостение.

Анатомические термины

Наружный нос
Корень носа
Спинка носа
Верхушка носа
Крылья носа
Хрящи носа
Полость носа
Ноздри
Хоаны
Перегородка носа
Преддверие полости носа
Верхняя носовая раковина
Средняя носовая раковина
Нижняя носовая раковина
Слизистая оболочка носа
  Дыхательная область
  Обонятельная область
Пещеристая ткань
Верхний носовой ход
Средний носовой ход
Нижний носовой ход
Околоносовые пазухи
  Верхнечелюстная пазуха (гайморова)
  Клиновидная пазуха
  Пазухи решетчатой кости

Гортань
Хрящи гортани
- Щитовидный хрящ
  - Выступ гортани
  - Пластинка
  - Верхний рог
  - Нижний рог
- Зерновидный хрящ
- Перстневидный хрящ
  - Дуга перстневидного хряща
  - Пластинка перстневидного хряща
- Черпаловидный хрящ
  - Суставная поверхность
  - Основание черпаловидного хряща
  - Верхушка черпаловидного хряща
  - Голосовой отросток
  - Мышечный отросток

Рожковидный хрящ
- Клиновидный хрящ

Надгортанник
Перстнечерпаловидный сустав
Перстнещитовидный сустав
Мышцы гортани
- Черпалонадгортанная мышца
- Перстнещитовидная мышца
  - Прямая часть
  - Косая часть
- Задняя перстнечерпаловидная мышца
- Латеральная перстнечерпаловидная мышца
- Голосовая мышца
- Щитонадгортанная мышца
- Щиточерпаловидная мышца
- Косая черпаловидная мышца
- Поперечная черпаловидная мышца

Полость гортани
Вход в гортань
- Черпалонадгортанная складка
- Межчерпаловидная вырезка

Преддверие гортани
- Щель преддверия
- Складка преддверия

Желудочек гортани
Собственно голосовой аппарат
- Голосовая щель
- Голосовая складка

Подголосовая полость
Фиброзно-эластичная мембрана
Эластический конус
Голосовая связка
Трахея
Шейная часть
Грудная часть
- Хрящи трахеи
- Мышцы трахеи
- Кольцевые связки (трахеальные)
- Перепончатая стенка
- Бифуркация трахеи
- Киль

Бронхи
Бронхиальное дерево
Главный бронх (правый\левый)
Долевые и сегментарные бронхи
- Правый верхний долевой бронх
- Правый среднедолевой бронх
- Правый нижний долевой бронх
- Левый верхний долевой бронх
- Левый нижний долевой бронх
- Ветви долевых, сегментарных бронхов

Бронхиолы
- Дыхательные бронхиолы
  - Альвеолярные ходы
  - Альвеолярные мешочки

Альвеолы легкого
Бронхиальные железы
Легкие
Основание легкого
Верхушка легкого
Реберная поверхность
Медиальная поверхность
Диафрагмальная поверхность
Передний край
Сердечная вырезка (левого легкого)
Язычок левого легкого
Нижний край
Ворота легкого
Корень легкого
Косая щель
Горизонтальная щель (правого легкого)
Бронхолегочные сегменты
Правое легкое, верхняя доля
Верхушечный сегмент
Задний сегмент
Передний сегмент
Правое легкое, средняя доля
Латеральный сегмент
Медиальный сегмент
Правое легкое, нижняя доля
Верхушечный (верхний) сегмент
Медиальный (сердечный) базальный сегмент
Передний базальный сегмент
Латеральный базальный сегмент
Задний базальный сегмент
Левое легкое, верхняя доля
Верхушечно-задний сегмент
Передний сегмент
Верхний язычковый сегмент
Нижний язычковый сегмент
Левое легкое, нижняя доля
Верхушечный (верхний) сегмент
Медиальный (сердечный) базальный сегмент
Передний базальный сегиент
Латеральный базальный сегмент
Задний базальный сегмент
Грудная полость
Плевральная полость
Плевра
Купол плевры
Висцеральнаяплевра
Париетальная плевра
Медиастинальная плевра
Реберная плевра
Диафрагмальная плевра
Плевральные синусы
Реберно-диафрагмальный синус
Реберно-медиастинальный синус
Диафрагмо-медиастинальный синус
Средостение
Верхнее средостение
Нижнее средостение
Переднее средостение
Среднее средостение
Заднее средостение

Лабораторное занятие № 7

Тема: МОЧЕВЫЕ ОРГАНЫ

Цель: научиться определять, называть и показывать органы мочевой системы, их строение, расположение и функции, возрастные особенности.

Контрольные вопросы:

1. Онтогенез мочевых органов.
2. Почки (строение, кровообращение, функции).
3. Нефрон – морфофункциональная единица почки.
4. Мочевыводящие пути (мочеточник, мочевой пузырь, мочеиспускательный канал).

Анатомические термины

Почка
Латеральный край
Медиальный край
  Почечные ворота
  Почечная пазуха
Передняя поверхность
Задняя поверхность
Верхний конец
Нижний конец
Почечная фасция
Околопочечное жировое тело
Жировая капсула
Фиброзная капсула
Почечные доли
Корковое вещество почки
  Свернутая часть
  Лучистая часть
  Корковые дольки
Мозговое вещество почки
  Почечные пирамиды
    Основание пирамиды
    Почечные сосочки
    Решетчатое поле
    Сосочковые отверстия
  Почечные столбы
Артерии почки
Междолевые артерии
Дуговые артерии
  Междольковые артерии
  Приносящая клубочковая артериола
  Выносящая клубочковая артериола
  Прямые артериолы (прямые сосуды)
Междолевые вены
Дуговые вены
  Междольковые вены

Почечная лоханка
Почечные чашки
  Большие почечные чашки
  Малые почечные чашки
Мочеточник
Брюшная часть
Тазовая часть
Адвентициальная оболочка
Мышечная оболочка
Слизистая оболочка
Мочевой пузырь
Верхушка пузыря
Тело пузыря
Дно пузыря
Шейка пузыря
Серозная оболочка
Мышечная оболочка
Подслизистая основа
Слизистая оболочка
Мочепузырный треугольник
  Межмочеточниковая складка
  Мочеточниковое отверстие
  Внутреннее отверстие мочеиспускательного канала
Мочеиспускательный канал
  Наружное отверстие мочеиспускательного канала (уретры)

Лабораторное занятие № 8

Тема: КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА

Цель: научиться определять, называть и показывать сердце, его части, полости, клапаны и их действие, проводящую систему сердца, его кровеносные сосуды, перикард, основные сосуды малого (легочные артерии и вены) и большого (аорта, ее дуга, сосуды, отходящие от аорты, полые вены и их основные притоки) кругов кровообращения.

Контрольные вопросы:

1. Значение органов кровообращения.
2. Филогенез органов кровообращения.
3. Развитие сердца в онтогенезе.
4. Строение сердца (камеры и крупные сосудистые стволы).
5. Клапанный аппарат сердца.
6. Строение стенок сердца (перикард, миокард, эндокард).
7. Проводящая система сердца.
8. Кровоснабжение сердца.
9. Строение стенок сосудов (артерий, капилляров и вен).
10. Классификация сосудов.
11. Понятие о микроциркуляции.
12. Закономерности распределения артерий и вен.
13. Схема кровообращения (большой и малый круги).
14. Отделы аорты.
15. Ветви восходящей аорты.
16. Ветви дуги аорты.
17. Ветви нисходящей аорты.
18. Схема верхней полой вены.
19. Схема нижней полой вены.
20. Воротная вена.

Анатомические термины

АНГИОЛОГИЯ
Коллатеральный сосуд
Анастомотический сосуд
Сосудистое сплетение

Чудесная сеть
Артерия
Артериола
Артериоло-венулярный анастомоз
Артериальная сеть
Вена
Кожная вена
Поверхностная вена
Глубокая вена
Венула
Венозный клапан
Венозное сплетение
Венозная сеть
Венозный синус
Капилляр
Наружная оболочка
Средняя оболочка
Внутренняя оболочка
Сосуды сосудов
Нервы сосудов
Перикард
Фиброзный перикард
Серозный перикард
  Париетальная пластинка
  Висцеральная пластинка (эпикард)
Перикардиальная полость
СЕРДЦЕ
Основание сердца
Грудино-реберная (передняя) поверхность
Диафрагмальная (нижняя) поверхность
Легочная (боковая) поверхность
Правый край (поверхность)
Верхушка сердца
Передняя межжелудочковая борозда (сердца)
Задняя (нижняя) межжелудочковая борозда (сердца)
Венечная борозда
Желудочек сердца
  Межжелудочковая перегородка
  Предсердно-желудочковая перегородка
  Мясистые трабекулы
  Сосочковые мышцы
  Сухожильные хорды
  Фиброзные кольца
Предсердие
  Ушко предсердия
  Межпредсердная перегородка
  Предсердно-желудочковое отверстие
Проводящая система сердца
Синусно-предсердный узел
Предсердно-желудочковый узел
Предсердно-желудочковый пучок
  Разветвления пучка
  Ножка (правая\левая)
Эндокард
Правое предсердие
Гребенчатые мышцы
Синус полых вен
Овальная ямка
Правое ушко
Отверстие верхней полой вены
Отверстие нижней полой вены
  Заслонка нижней полой вены
  Заслонка венечного синуса
Правый желудочек
Правое предсердно-желудочковое отверстие
Правый предсердно-желудочковый (трехстворчатый) клапан
  Передняя створка
  Задняя створка
  Перегородочная створка
Артериальный конус
Отверстие легочного ствола
Клапан легочного ствола

Передняя полулунная заслонка
Левая полулунная заслонка
Правая полулунная заслонка
Передняя сосочковая мышца
Задняя сосочковая мышца
Левое предсердие
Левое ушко
Заслонка овального отверстия
Отверстия легочных вен
Левый желудочек
Левое предсердно-желудочковое отверстие
Левый предсердно-желудочковый (митральный) клапан
Передняя створка
Задняя створка
Отверстие аорты
Клапан аорты
Задняя полулунная заслонка
Правая полулунная заслонка
Левая полулунная заслонка
Передняя сосочковая мышца
Задняя сосочковая мышца
АРТЕРИИ
Легочный ствол
Синус легочного ствола
Бифуркация легочного ствола
Правая легочная артерия
Левая легочная артерия
Аорта
Восходящая часть аорты
Луковица аорты
Синусы аорты
Правая венечная артерия
Левая венечная артерия
Дуга аорты
Перешеек аорты
Плечеголовной ствол
Общая сонная артерия
Наружная сонная артерия
Верхняя щитовидная артерия
Верхняя гортанная артерия
Восходящая глоточная артерия
Язычная артерия
Лицевая артерия
Затылочная артерия
Задняя ушная артерия
Поверхностная височная артерия
Верхнечелюстная артерия
Средняя менингеальная артерия
Подглазничная артерия
Внутренняя сонная артерия
Шейная часть
Каменистая часть
Пещеристая часть
Мозговая часть
Глазная артерия
Передняя ворсиночная артерия
Передняя мозговая артерия
Средняя мозговая артерия
Задняя соединительная артерия
Подключичная артерия
Позвоночная артерия
Базилярная артерия
Задняя мозговая артерия
Внутренняя грудная артерия
Щитошейный ствол
Нижняя щитовидная артерия
Поперечная артерия шеи
Реберно-шейный ствол
Глубокая шейная артерия
Артерии верхней конечности
Подмышечная артерия
Верхняя грудная артерия
Латеральная грудная артерия
Подлопаточная артерия
Плечевая артерия
Глубокая артерия плеча
Лучевая артерия

Глубокая ладонная дуга
Локтевая артерия
Поверхностная ладонная дуга
Нисходящая часть аорты
Грудная часть аорты
Бронхиальные ветви
Пищеводные ветви
Перикардиальные ветви
Медиастинальные ветви
Верхние диафрагмальные артерии
Задние межреберные артерии
Подреберная артерия
Брюшная часть аорты
Нижние диафрагмальные артерии
Поясничные артерии
Срединная крестцовая артерия
Чревный ствол
Общая печеночная артерия
Левая желудочная артерия
Селезеночная артерия
Левая желудочно-сальниковая артерия
Верхняя брыжеечная артерия
Нижняя панкреатодуоденальная артерия
Тощекишечные артерии
Подвздошно-кишечные артерии
Подвздошно-ободочная артерия
Правая ободочная артерия
Средняя ободочная артерия
Нижняя брыжеечная артерия
Левая ободочная артерия
Сигмовидные артерии
Верхняя прямокишечная артерия
Средняя надпочечниковая артерия
Почечная артерия
Нижняя надпочечниковая артерия
Яичковая артерия (яичниковая артерия)
Бифуркация аорты
Общая подвздошная артерия
Внутренняя подвздошная артерия
Подвздошно-поясничная артерия
Латеральные крестцовые артерии
Запирательная артерия
Верхняя ягодичная артерия
Нижняя ягодичная артерия
Пупочная артерия
Нижняя мочепузырная артерия
Маточная артерия
Внутренняя половая артерия
Нижняя прямокишечная артерия
Наружная подвздошная артерия
Нижняя надчревная артерия
Глубокая артерия, огибающая подвздошную кость
Артерии нижней конечности
Бедренная артерия
Поверхностная надчревная артерия
Поверхностная артерия, огибающая подвздошную кость
Наружные половые артерии
Глубокая артерия бедра
Подколенная артерия
Передняя большеберцовая артерия
Тыльная артерия стопы
Задняя большеберцовая артерия
Малоберцовая артерия
Медиальная подошвенная артерия
Латеральная подошвенная артерия
ВЕНЫ

Легочные вены
Правые легочные вены
  Правая верхняя легочная вена
  Правая нижняя легочная вена
Левые легочные вены
  Левая верхняя легочная вена
  Левая нижняя легочная вена
Вены сердца
Верхняя полая вена
Плечеголовная вена (правая)
Плечеголовная вена (левая)
Внутренняя яремная вена
Лицевая вена
Занижнечелюстная вена
Наружная яремная вена
Мозговые вены
  Поверхностные мозговые вены
  Глубокие мозговые вены
  Среднемозговые вены
Вены мозжечка
Верхняя глазная вена
Нижняя глазная вена
Подключичная вена
Подмышечная вена
  Плечевая вена
  Лучевые вены
  Локтевые вены
  Латеральная вена руки
  Медиальная вена руки
Непарная вена
Полунепарная вена
Межреберные вены
Нижняя полая вена
Поясничные вены
Печеночные вены
Почечная вена
Надпочечниковая вена
Воротная вена
  Верхняя брыжеечная вена
  Селезеночная вена
  Нижняя брыжеечная вена
Общая подвздошная вена
Внутренняя подвздошная вена
Нижняя надчревная вена
Бедренная вена
Подколенная вена
Передние большеберцовые вены
Задние большеберцовые вены

Лабораторное занятие № 9

Тема: ЛИМФАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА. ОРГАНЫ КРОВЕТВОРЕНИЯ И ИММУННОЙ СИСТЕМЫ

Цель: составить целостное представление об анатомии, топографии, функциях органов иммунной системы и лимфатической системы; научиться находить, называть и показывать лимфатические стволы и протоки, основные группы лимфатических узлов, области, от которых оттекает лимфа; органы иммунной системы: костный мозг, тимус, групповые лимфоидные узелки (бляшки) подвздошной кишки и червеобразного отростка, селезенку, лимфатические узлы, миндалины, лимфоидные узелки желудочно-кишечного тракта, дыхательных и мочевыводящих путей.

Контрольные вопросы:

1. Краткий филогенез и онтогенез лимфатической системы.
2. Принципы строения лимфатической системы.
3. Строение проводящих лимфу путей, зоны оттока лимфы.
4. Основные группы лимфатических узлов тела человека.
5. Принципы строения органов иммунной системы.
6. Центральные органы иммунной системы, строение и функции.
7. Периферические органы иммунной системы.
8. Лимфатические узлы , строение и функции.
9. Селезенка, строение и функции.
10. Лимфоидное глоточное кольцо.
11. Лимфоидные образования пищеварительной системы.

Анатомические термины

ЛИМФАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА
Лимфатический сосуд
Лимфатический клапан
Лимфатическое сплетение
Лимфатический узел
Лимфатические стволы
Поясничный ствол (правый/левый)
Кишечный ствол

Бронхосредостенный ствол (правый/левый)
Подключичный ствол (правый/левый)
Яремный ствол (правый/левый)
Лимфатические протоки
Правый лимфатический проток
Грудной проток
  Цистерна грудного протока
Лимфатические узлы головы и шеи
Затылочные
Сосцевидные
Поверхностные околоушные
Глубокие околоушные
Лицевые
Подбородочные
Поднижнечелюстные
Передние шейные
  Поверхностные
  Глубокие
    Предгортанные
    Щитовидные
    Предтрахеальные
    Паратрахеальные
Латеральные шейные
  Поверхностные
  Глубокие
    Латеральные яремные
    Передние яремные
    Яремно-двубрюшный узел
    Яремно-лопаточно-подъязычный узел
    Надключичные
    Заглоточные
Лимфатические узлы верхней конечности
Подмышечные
  Плечевые
  Межгрудные
  Локтевые
Лимфатические узлы груди
Окологрудинные (парастернальные)
Межреберные
Предпозвоночные
Верхние диафрагмальные
Передние средостенные
Задние средостенные
Легочные юкстапищеводные
Бронхолегочные (корневые)
Трахеобронхиальные
  Верхние
  Нижние
Околотрахеальные
Лимфатические узлы живота (брюшной полости)
Левые поясничные
  Латеральные аортальные
  Предаортальные
  Постаортальные
Промежуточные поясничные
Правые поясничные
  Латеральные кавальные
  Предкавальные
  Посткавальные
Нижние диафрагмальные
Нижние надчревные
Чревные
Желудочные (правые/левые)
Желудочно-сальниковые (правые/левые)
Пилорические
Панкреатические
Селезеночные
Панкреатодуоденальные
Печеночные
  Желчепузырный узел
  Узел сальникового отверстия
Брыжеечные
  Юкстакишечные
  Верхние (центральные)
Подвздошно-ободочные
  Предслепокишечные
  Заслепокишечные
  Аппендикулярные
Брыжеечно-ободочные
  Околоободочные

- Ободочные (правые/средние/левые)
- Нижние брыжеечные
  - Сигмовидные
  - Верхние прямокишечные
- Лимфатические узлы таза
- Общие подвздошные
- Наружные подвздошные
  - Запирательные
- Внутренние подвздошные
  - Ягодичные
  - Крестцовые
- Околомочепузырные
- Околоматочные
- Околовлагалищные
- Околопрямокишечные
- Лимфатические узлы нижней конечности
- Паховые
  - Поверхностные
  - Глубокие
- Подколенные

ОРГАНЫ КРОВЕТВОРЕНИЯ И ИММУННОЙ СИСТЕМЫ

- Костный мозг
- Красный костный мозг
- Желтый костный мозг
- Тимус
- Доля (правая/левая)
- Дольки тимуса
  - Корковое вещество
  - Мозговое вещество
- Капсула
- Миндалины
- Глоточная миндалина
- Трубная миндалина
- Небная миндалина
- Миндаликовые ямочки
  - Миндаликовые крипты
- Язычная миндалина
- Лимфоидные узелки (одиночные)
- Лимфоидные бляшки
- Червеобразный отросток (аппендикс)
  - Лимфоидные узелки аппендикса
- Лимфатический узел
  - Капсула
  - Трабекулы
  - Корковое вещество
    - Лимфоидные узелки
    - Паракортикальная зона
  - Мозговое вещество
    - Мякотные тяжи
  - Синусы лимфатического узла
- Селезенка
- Диафрагмальная поверхность
- Висцеральная поверхность
- Ворота селезенки
- Серозная оболочка
- Фиброзная оболочка
- Трабекулы селезенки
- Пульпа селезенки
  - Белая пульпа
  - Периартериальные лимфоидные муфты
  - Селезеночные лимфоидные узелки
  - Макрофагально-лимфоидные муфты
  - Красная пульпа
- Синусы селезенки

Лабораторное занятие № 10

Тема: ЦЕНТРАЛЬНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Цель: научиться определять, называть и показывать спинной мозг и его отделы, серое и белое вещество спинного мозга, их строение. Научиться определять, называть и показывать отделы головного мозга; доли полушарий большого мозга, борозды и извилины, боковые желудочки, мозолистое тело; промежуточный мозг (таламус, эпиталамус, метаталамус) и третий желудочек; средний мозг (мост и мозжечок); продолговатый мозг и четвертый желудочек; уметь рассказать детали их анатомического строения.

Контрольные вопросы:

1. Филогенез нервной системы.
2. Значение нервной системы.
3. Онтогенез нервной системы.
4. Строение нейрона.
5. Схема рефлекторной дуги соматической нервной системы.
6. Классификация отделов нервной системы.
7. Спинной мозг (филогенез, онтогенез, строение).
8. Спинномозговые нервы.
9. Филогенез головного мозга.
10. Эмбриогенез головного мозга.
11. Продолговатый мозг (строение).
12. Мозжечок (филогенез, онтогенез, строение).
13. Варолиев мост (строение, топография ядер).
14. Ромбовидная ямка (топография ядер головных нервов).
15. Черепно-мозговые нервы (12 пар).
16. Средний мозг (строение, топография ядер).
17. Промежуточный мозг.
18. Конечный мозг (подкорковые ядра, внутренняя капсула).
19. Конечный мозг (доли, извилины, борозды).
20. Конечный мозг.
21. Белое вещество полушарий большого мозга.
22. Строение коры.
23. Локализация основных ядер анализаторов в коре большого мозга (цитоархитектоника коры).
24. Оболочки головного и спинного мозга.

25. Желудочковая система головного мозга.

Анатомические термины

НЕРВНАЯ СИСТЕМА
Нейрон
Нейроглия
Нервные волокна
  Миелиновые
  Безмиелиновые
Нервные окончания
Синапсы
Рефлекторная дуга
СПИННОЙ МОЗГ
Шейное утолщение
Пояснично-крестцовое утолщение
Мозговой конус
Терминальная нить (мозговой оболочки)
Терминальный желудочек
Передняя срединная щель
Задняя срединная борозда
Передняя латеральная борозда
Задняя латеральная борозда
Задняя промежуточная борозда
Канатики спинного мозга
  Передний канатик
  Боковой кнанатик
  Задний канатик
Сегменты спинного мозга
  Шейные (I – VIII) – шейная часть
  Грудные (I – XII) – грудная часть
  Поясничные (I – V) – поясничная часть
  Крестцовые (I – V) – крестцовая часть
  Копчиковые (I – III) – копчиковая часть
Поперечный разрез спинного мозга
Центральный канал
Серое вещество
Белое вещество
Серые столбы
  Передний столб
  Передний рог
  Задний столб
  Задний рог
  Боковой столб
  Боковой рог
  Боковой промежуточный столб
  Центральное промежуточное (серое) вещество
  Латеральное промежуточное (серое) вещество
  Грудной столб (грудное ядро)
  Крестцовые парасимпатические ядра
Ретикулярная формация
Белое вещество
  Белая спайка
  Передний канатик
    Передний корково-спинно-мозговой (пирамидный) путь
    Передний ретикулярно-спинно-мозговой путь
    Передний спинно-таламический путь
  Боковой канатик

Латеральный корково-спинно-мозговой (пирамидный) путь
Красноядерно-спинно-мозговой путь
Латеральный спинно-таламический путь
Передний спинно-мозжечковый путь
Задний спинно-мозжечковый путь
Задний канатик
Задние собственные пучки
ГОЛОВНОЙ МОЗГ
Конечный мозг
Большой мозг
Кора большого мозга (плащ)
Извилины большого мозга
Борозды большого мозга
Доли большого мозга
Продольная щель большого мозга
Поперечная щель большого мозга
Верхний край
Нижний край
Медиальный край
Полушарие большого мозга
Верхнелатеральная поверхность (полушария)
Центральная борозда
Латеральная борозда
Междолевые борозды
Лобная доля
Лобный полюс
Предцентральная борозда
Предцентральная извилина
Верхняя лобная извилина
Верхняя лобная борозда
Нижняя лобная борозда
Нижняя лобная извилина
Теменная доля
Постцентральная борозда
Постцентральная извилина
Верхняя теменная долька
Внутритеменная борозда
Нижняя теменная долька
Затылочная доля
Затылочный полюс
Поперечная затылочная борозда
Височная доля
Височный полюс
Верхняя височная извилина
Верхняя височная борозда
Средняя височная извилина
Нижняя височная борозда
Нижняя височная извилина
Островковая доля (островок)
Извилины островка
Круговая борозда островка
Медиальная и нижняя поверхности полушария
Борозда мозолистого тела
Поясная извилина
Перешеек поясной извилины
Поясная борозда
Подтеменная борозда
Медиальная лобная извилина
Парацентральная долька
Предклинье
Теменно-затылочная борозда
Клин
Шпорная борозда
Зубчатая извилина
Борозда гиппокампа
Парагиппокампальная извилина
Крючок
Язычная извилина
Коллатеральная борозда
Носовая борозда
Медиальная затылочно-височная извилина
Затылочно-височная борозда

- Латеральная затылочно-височная извилина
- Прямая извилина
- Обонятельная борозда
- Глазничные извилины
- Глазничные борозды
- Обонятельная луковица
- Обонятельный тракт
- Обонятельный треугольник
- Медиальная и латеральная обонятельные полоски
- Медиальная и латеральная обонятельные извилины
- Обонятельный мозг
- Переднее продырявленное вещество

Мозолистое тело
- Валик (мозолистого тела)
- Ствол мозолистого тела
- Колено мозолистого тела
- Клюв мозолистого тела

Передняя спайка

Свод
- Ножки свода
- Тело свода
- Лента свода
- Столб свода
- Спайка свода

Прозрачная перегородка
- Пластинки прозрачной перегородки
- Полость прозрачной перегородки

Боковой желудочек
- Центральная часть
- Межжелудочковое отверстие
- Передний рог (лобный рог)
- Задний рог (затылочный рог)
- Нижний рог (височный рог)
- Сосудистая щель
- Сосудистая лента
- Сосудистое сплетение бокового желудочка
- Птичья шпора
- Гиппокамп
  - Бахромка гиппокампа

Разрезы конечного мозга

Кора большого мозга
- Молекулярная пластинка
- Наружная зернистая пластинка
- Наружная пирамидальная пластинка
- Внутренняя зернистая пластинка
- Внутренняя пирамидная пластинка
- Полиморфная пластинка

Базальные ядра

Полосатое тело
- Хвостатое ядро
  - Головка (хвостатого ядра)
  - Тело (хвостатого ядра)
  - Хвост (хвостатого ядра)
- Чечевицеобразное ядро
  - Скорлупа
    - Латеральная мозговая пластинка
    - Латеральный бледный шар
    - Медиальная мозговая пластинка
    - Медиальный бледный шар
  - Ограда

Самая наружная капсула

Наружная капсула

Внутренняя капсула

Ассоциативные нервные волокна

Комиссуральные нервные волокна

Проекционные нервные волокна

Промежуточный мозг

Таламус
- Задний таламус (подушка)

- Передний таламус (передний бугорок)

Эпиталамус
- Поводок
- Борозда поводка
- Треугольник поводка
- Спайка поводков

Эпиталамическая спайка (задняя спайка)

Метаталамус
- Медиальное коленчатое тело
- Латеральное коленчатое тело

Гипоталамус
- Предзрительное поле
- Зрительный перекрест
- Зрительный тракт
- Сосцевидное тело
- Серый бугор
- Воронка

III желудочек
- Межжелудочковые отверстия
- Сосудистое сплетение III желудочка

Средний мозг

Ножка мозга
- Основание ножки мозга
- Покрышка среднего мозга
- Крыша среднего мозга
  - Пластинка крыши
  - Нижний холмик
  - Верхний холмик
  - Ручка нижнего холмика
  - Ручка верхнего холмика
  - Треугольник петли
  - Верхняя ножка мозжечка

Водопровод среднего мозга

Разрезы среднего мозга

Красные ядра

Центральное серое вещество

Черное вещество

Ретикулярная формация

Задний мозг

Мост

Средняя мозжечковая ножка

Основная борозда

Разрезы моста

Передняя (базилярная) часть моста

Задняя часть моста (покрышка моста)

Ретикулярная формация

Трапециевидное тело

Мозжечок

Листки мозжечка

Щели мозжечка

Тело мозжечка

Червь мозжечка
- Полушарие мозжечка
- Передняя доля мозжечка
- Задняя доля мозжечка
- Горизонтальная щель
- Задняя латеральная щель
- Клочково-узелковая доля
  - Узелок
  - Клочок

Разрезы мозжечка

Древо жизни мозжечка

Кора мозжечка
- Молекулярный слой
- Слой грушевидных нейронов
- Зернистый слой

Ядра мозжечка
- Зубчатое ядро
- Пробковидное ядро
- Шаровидное ядро
- Ядро шатра

Ножки мозжечка
- Нижняя мозжечковая ножка
- Средняя мозжечковая ножка
- Верхняя мозжечковая ножка

Продолговатый мозг

Передняя срединная щель

Пирамида (продолговатого мозга)
- Перекрест пирамид

Передняя латеральная борозда
Боковой канатик
Олива
Задняя латеральная борозда
Нижняя мозжечковая ножка
Тройничный бугорок
Клиновидный пучок
Бугорок клиновидного ядра
Тонкий пучок
Бугорок тонкого ядра
Задняя срединная борозда
IV желудочек
Ромбовидная ямка
Срединная борозда
Медиальное возвышение
  Лицевой бугорок
Вестибулярное поле
  Мозговые полоски (IV желудочка)
  Треугольник подъязычного нерва
  Треугольник блуждающего нерва
Крыша IV желудочка
  Верхний мозговой парус
  Нижний мозговой парус
Сосудистая основа IV желудочка
Сосудистое сплетение IV желудочка
Срединная апертура IV желудочка
Латеральная апертура IV желудочка

Лабораторное занятие № 11

Тема: ОБОЛОЧКИ МОЗГА. ПЕРИФЕРИЧЕСКАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА. ВЕГЕТАТИВНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Цель: научиться определять, называть и показывать оболочки мозга, рассказывать их строение, формирование спинно-мозговых нервов, нервные сплетения и их основные ветви.

Контрольные вопросы:

1. Периферическая нервная система (шейное сплетение).
2. Плечевое сплетение (формирование и основные ветви).
3. Пояснично-крестцовое сплетение.
4. Копчиковое сплетение.
5. Вегетативная нервная система.
6. Парасимпатическая нервная система.
7. Симпатическая нервная система.
8. Рефлекторная дуга вегетативной нервной системы.
9. Отличия строения вегетативной нервной системы от соматической.

Анатомические термины

МОЗГОВЫЕ ОБОЛОЧКИ
Твердая оболочка головного мозга
- Серп большого мозга
- Намет мозжечка
- Серп мозжечка
- Диафрагма седла
- Субдуральное пространство

Синусы твердой мозговой оболочки
- Поперечный синус
- Синусный сток
- Затылочный синус
- Сигмовидный синус
- Верхний сагиттальный синус
- Нижний сагиттальный синус
- Прямой синус
- Нижний каменистый синус
- Верхний каменистый синус
- Пещеристый синус
- Клиновидно-теменной синус

Паутинная оболочка головного мозга
- Подпаутинное пространство
- Спинно-мозговая жидкость

- Подпаутинные цистерны
- Мягкая оболочка головного мозга
- Твердая оболочка спинного мозга
- Эпидуральное пространство
- Подпаутинная оболочка спинного мозга
  - Подпаутинное пространство
  - Спинно-мозговая жидкость
- Мягкая оболочка спинного мозга
  - Зубчатые связки
  - Терминальная нить внутренняя

ПЕРИФЕРИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

- Нерв
- Эндоневрий
- Периневрий
- Эпиневрий
- Чувствительные (афферентные) нервные волокна
- Двигательные (эфферентные) нервные волокна
- Висцеральные нервные волокна
- Узел (ганглий)
- Спинно-мозговые узлы (чувствительные)
- Чувствительные узлы черепных нервов
- Вегетативные (автономные) узлы
  - Предузловые нервные волокна
  - Послеузловые нервные волокна
  - Симпатический узел
    - Белая соединительная ветвь
    - Серая соединительная ветвь
  - Парасимпатический узел
- Ядра черепных нервов
- Смешанный нерв
- Двигательный нерв
- Чувствительный нерв
- Соединительная ветвь
- Вегетативные (автономные) нерв и ветвь
  - Висцеральные и сосудистые сплетения
  - Периартериальное сплетение
- Черепные нервы
- Обонятельные нерв (I)
- Зрительный нерв (II)
- Глазодвигательный нерв (III)
  - Верхняя ветвь
  - Нижняя ветвь
  - Ресничный узел
- Блоковой нерв (IV)
- Тройничный нерв (V)
  - Чувствительный корешок
  - Тройничный узел
  - Двигательный корешок
  - Глазной нерв
  - Верхнечелюстной нерв
    - Крылонебный узел
  - Нижнечелюстной нерв
    - Щечный нерв
    - Ушно-височный нерв
    - Язычный нерв
    - Поднижнечелюстной узел
    - Ушной узел
- Отводящий нерв (VI)
- Лицевой нерв (VII)
  - Промежуточный нерв
  - Узел коленца
  - Барабанная струна
- Преддверно-улитковый нерв (VIII)
  - Преддверная часть
  - Преддверный узел
  - Улитковая часть
  - Улитковый узел (спиральный узел улитки)
- Языкоглоточный нерв (IX)
  - Верхний узел
  - Нижний узел
    - Барабанный нерв
    - Барабанное утолщение (узел)
- Блуждающий нерв (X)
  - Верхний узел

Нижний узел
Добавочный нерв (XI)
Подъязычный нерв (XII)
Спинно-мозговые нервы
Корешковые нити
Передний корешок (двигательный)
Задний корешок (чувствительный)
Спинно-мозговой узел (чувствительный)
Ствол спинно-мозгового нерва
Передняя ветвь
Задняя ветвь
Соединительная ветвь
Менингеальная ветвь
Шейные нервы
Задние ветви
Передние ветви
Шейное сплетение
Малый затылочный нерв
Большой ушной нерв
Поперечный нерв шеи
Надключичные нервы
Мышечные ветви
Диафрагмальный нерв
Плечевое сплетение
Стволы сплетения
Верхний ствол
Средний ствол
Нижний ствол
Надключичная часть
Дорсальный нерв лопатки
Длинный грудной нерв
Подключичный нерв
Надлопаточный нерв
Подключичная часть
Медиальныйгрудной нерв
Латеральный грудной нерв
Мышечно-кожный нерв
Медиальный кожный нерв плеча
Медиальный кожный нерв предплечья
Срединный нерв
Локтевой нерв
Мышечные ветви
Тыльная ветвь локтевого нерва
Ладонная ветвь локтевого нерва
Поверхностная ветвь
Глубокая ветвь
Лучевой нерв
Задний кожный нерв плеча
Задний кожный нерв предплечья
Мышечные ветви
Глубокая ветвь
Поверхностная ветвь
Подлопаточный нерв
Грудоспинной нерв
Подмышечный нерв
Мышечные ветви
Верхний латеральный кожный нерв плеча
Грудные нервы
Задние ветви
Латеральная кожная ветвь
Медиальная кожная ветвь
Передние ветви (межреберные нервы)
Подреберный нерв
Поясничные нервы
Задние ветви
Медиальная ветвь
Латеральная ветвь
Передние ветви
Крестцовые нервы и копчиковые нервы
Задние ветви
Передние ветви
Пояснично-крестцовое сплетение
Поясничное сплетение
Мышечные ветви
Подвздошно-подчревный нерв
Подвздошно-паховый нерв

- Бедренно-половой нерв
- Латеральный кожный нерв бедра
- Запирательный нерв
- Бедренный нерв

Крестцовое сплетение

Внутренний запирательный нерв
Грушевидный нерв
Нерв квадратной мышцы бедра
Пояснично-крестцовый ствол
Верхний ягодичный нерв
Нижний ягодичный нерв
Задний кожный нерв бедра
Седалищный нерв

- Общий малоберцовый нерв
  - Поверхностный малоберцовый нерв
  - Глубокий малоберцовый нерв
- Большеберцовый нерв

Половой нерв
Копчиковый нерв
Копчиковое сплетение

ВЕГЕТАТИВНАЯ (АВТОНОМНАЯ) ЧАСТЬ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Вегетативные (автономные, висцеральные) сплетения

Узлы вегетативных сплетений

- Грудное аортальное сплетение
- Брюшное аортальное сплетение
- Чревное сплетение
- Верхнее брыжеечное сплетение
- Верхнее и нижнее подчревные сплетения

СИМПАТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Симпатический ствол

- Узлы симпатического ствола
- Межузловые ветви
- Соединительные ветви
- Промежуточные узлы
- Верхний шейный узел
- Средний шейный узел
- Шейногрудной (звездчатый) узел
- Грудные узлы
- Поясничные узлы
- Крестцовые узлы

ПАРАСИМПАТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Ресничный узел
Крылонебный узел
Ушной узел
Поднижнечелюстной узел
Подъязычный узел
Тазовые внутренностные нервы
Тазовые узлы

Лабораторное занятие № 12

Тема: ОРГАНЫ ЧУВСТВ

Цель: научиться находить, называть и показывать на препаратах и муляжах строение органа зрения, оболочки глазного яблока, светопреломляющие среды, вспомогательные органы глаза; строение ушной раковины, наружного слухового прохода, стенок барабанной полости, костного и перепончатого лабиринтов, понимать функции внутреннего уха; органов вкуса и обоняния.

Контрольные вопросы:

1. Принципы строения и классификация анализаторов.
2. Филогенез органа зрения.
3. Эмбриогенез органа зрения.
4. Общий план строения органа зрения.
5. Оболочки глазного яблока.
6. Преломляющие среды глаза.
7. Вспомогательный аппарат глаза.
8. Схема зрительного анализатора.
9. Филогенез акустического анализатора.
10. Строение звукопроводящих путей органа слуха.
11. Строение звуковоспринимающего аппарата органа слуха.
12. Схема акустического анализатора.
13. Анализатор равновесия.
14. Обонятельный анализатор.
15. Вкусовой анализатор.
16. Стато-кинетический анализатор.

Анатомические термины

ОРГАН ЗРЕНИЯ
Глазное яблоко
Передний полюс
Задний полюс
Экватор
Меридианы
Наружная ось глазного яблока

Внутренняя ось глазного яблока
Зрительная ось
Фиброзная оболочка глазного яблока
  Склера
    Борозда склеры
    Венозный синус склеры
    Решетчатая пластинка
  Роговица
    Лимб
    Передняя поверхность
    Задняя поверхность
Сосудистая оболочка глазного яблока
  Собственно сосудистая оболочка
  Ресничное тело
    Ресничный венец
    Ресничные отростки
    Ресничные складки
    Ресничный кружок
    Ресничная мышца
  Радужка
    Зрачковый край
    Ресничный край
    Передняя поверхность
    Задняя поверхность
    Зрачок
    Пигментный эпителий
Внутренняя (чувствительная) оболочка глазного яблока – сетчатка
  Зрительная часть сетчатки
  Зубчатый край
  Диск зрительного нерва
  Желтое пятно
Передняя камера глазного яблока
Задняя камера глазного яблока
  Водянистая влага
Стекловидная камера глазного яблока
  Стекловидное тело
Хрусталик
  Передний полюс хрусталика
  Задний полюс хрусталика
  Передняя поверхность хрусталика
  Задняя поверхность хрусталика
  Ось хрусталика
  Экватор хрусталика
  Ресничный поясок
Вспомогательные органы глаза
Мышцы глазного яблока
  Верхняя прямая мышца
  Нижняя прямая мышца
  Медиальная прямая мышца
  Латеральная прямая мышца
  Общее сухожильное кольцо
  Верхняя косая мышца
  Нижняя косая мышца
  Мышца, поднимающая верхнее веко
Веки
  Верхнее веко
  Нижнее веко
  Щель век, глазная щель
  Латеральная спайка век
  Медиальная спайка век
  Латеральный угол глаза
  Медиальный угол глаза
  Передние края век
  Задние края век
  Ресницы
  Верхний хрящ века
  Нижний хрящ века
Коньюнктива
Слезный аппарат
  Слезная железа
  Слезный ручей
  Слезное озеро
  Слезный сосочек
  Слезная точка
  Слезный каналец
  Слезный мешок
  Носослезный проток
ПРЕДДВЕРНО-УЛИТКОВЫЙ ОРГАН
Наружное ухо
Ушная раковина
  Долька ушной раковины (мочка)

- Хрящ ушной раковины
- Завиток
- Противозавиток
- Ладья
- Раковина уха
- Противокозелок
- Козелок

Наружный слуховой проход
Барабанная перепонка
Среднее ухо
Барабанная полость
Покрышечная стенка
Яремная стенка
Лабиринтная стенка
- Окно преддверия
  - Ямочка окна преддверия
- Окно улитки
  - Вторичная барабанная перепонка

Сосцевидная стенка
- Сосцевидная пещера
- Вход в пещеру
- Сосцевидные ячейки

Сонная стенка
Перепончатая стенка
- Барабанная перепонка
- Слуховые косточки
  - Стремя
  - Наковальня
  - Молоточек
- Суставы слуховых косточек
- Связки слуховых косточек
- Мышцы слуховых косточек

Слизистая оболочка барабанной полости
Слуховая труба (Евстахиева)
- Барабанное отверстие слуховой трубы
- Костная часть слуховой трубы
- Хрящевая часть слуховой трубы
- Слизистая оболочка
- Глоточное отверстие слуховой трубы

Внутреннее ухо
Костный лабиринт
Преддверие
- Сферическое углубление
- Эллиптическое углубление
  - Гребень преддверия
  - Пирамида преддверия
- Улитковое углубление
  - Решетчатые пятна
- Костные полукружные каналы
  - Передний полукружный канал
  - Задний полукружный канал
  - Латеральный полукружный канал
- Костные ампулы
  - Передняя костная ампула
  - Задняя костная ампула
  - Латеральная костная ампула
- Костные ножки
  - Общая костная ножка
  - Простая костная ножка
  - Ампулярные костные ножки

Улитка
- Купол улитки
- Основание улитки
- Спиральный канал улитки
- Стержень
  - Костная спиральная пластинка
- Отверстие улитки, геликотрема

Перепончатый лабиринт
- Эндолимфатический проток
- Эндолимфатический мешок
- Проток эллиптического и сферического мешочков
- Эллиптический мешочек
- Полукружные протоки

- Передний полукружный проток
- Задний полукружный проток
- Латеральный полукружный проток
- Собственная мембрана полукружного протока
- Базальная мембрана полукружного протока
- Эпителий полукружного протока
- Перепончатые ампулы
  - Передняя перепончатая ампула
  - Задняя перепончатая ампула
  - Латеральная перепончатая ампула
  - Ампулярная бороздка
  - Ампулярный гребешок
  - Купол
- Перепончатые ножки
  - Простая перепончатая ножка
  - Ампулярные перепончатые ножки
  - Общая перепончатая ножка
- Соединяющий проток
- Сферический мешочек
- Пятна
- Пятно эллиптического мешочка
- Пятно сферического мешочка
  - Статоконии
  - Мембрана статоконии

Эндолимфа

Перилимфа

Улитковый лабиринт

- Перилимфатическое пространство
  - Лестница преддверия
  - Барабанная лестница
- Перилимфатический проток
- Улитковый проток
- Слепое выпячивание купола
- Слепое преддверное выпячивание
- Барабанная стенка улиткового протока (спиральная мембрана)

Спиральный орган

- Базилярная пластинка
- Спиральный гребень (спиральная связка)
- Отверстия нервов
- Край костной спиральной пластинки
- Покровная мембрана
- Преддверная стенка улиткового протока (преддверная мембрана)
- Наружная стенка улиткового протока
- Спиральный узел улитки

ОРГАН ОБОНЯНИЯ

Обонятельная область слизистой оболочки носа

- Обонятельные железы

ОРГАН ВКУСА

Вкусовая почка

Вкусовое отверстие

Лабораторное занятие № 13

Тема: ОБЩИЙ ПОКРОВ

Цель: научиться называть и показывать общий покров, понимать функции кожи и ее производных.

Контрольные вопросы:

1. Общий план строения кожи.
2. Строение эпидермиса кожи.
3. Строение дермы кожи.
4. Производные эпидермиса: волосы, ногти, железы.
5. Кожный анализатор.

Анатомические термины

Кожа
Эпидермис
Дерма (собственно кожа)
  Сосочки
Подкожная основа
  Жировые отложения
Нервные окончания
Волосы
Корень волоса
  Волосяной мешок
Наружное корневое влагалище
Волосяная луковица
Сосочек волоса
    Матрикс
Стержень волоса
  Мозговое вещество
  Корковое вещество
  Кутикула
Ноготь
Ложе ногтя
Валик ногтя
Тело ногтя
Корень ногтя
Луночка
Скрытый край
Латеральный край
Свободный край
Край ногтевого ложа, перионихий
Надногтевая пластинка, эпонихий
Подногтевая пластинка, гипонихий
Молочная железа
Тело молочной железы
  Доли молочной железы
  Млечные протоки
  Млечные синусы

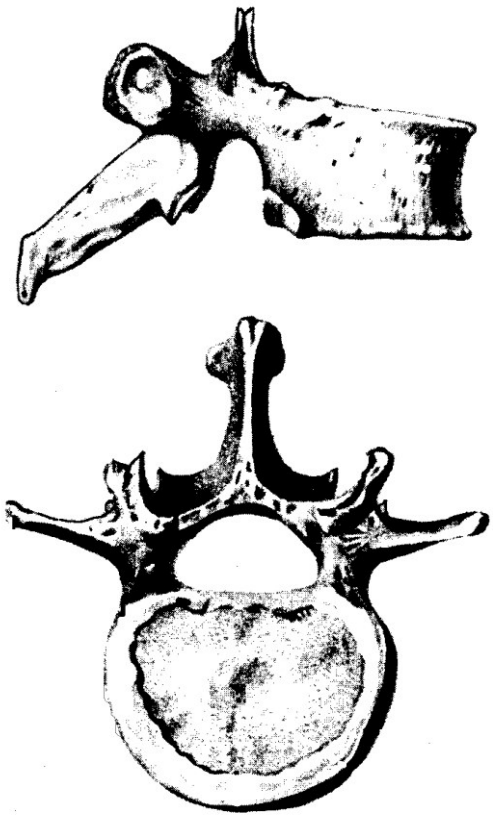
Сосок молочной железы

Околососковый кружок

Железы околососкового кружка

КОНТУРНЫЕ КАРТЫ

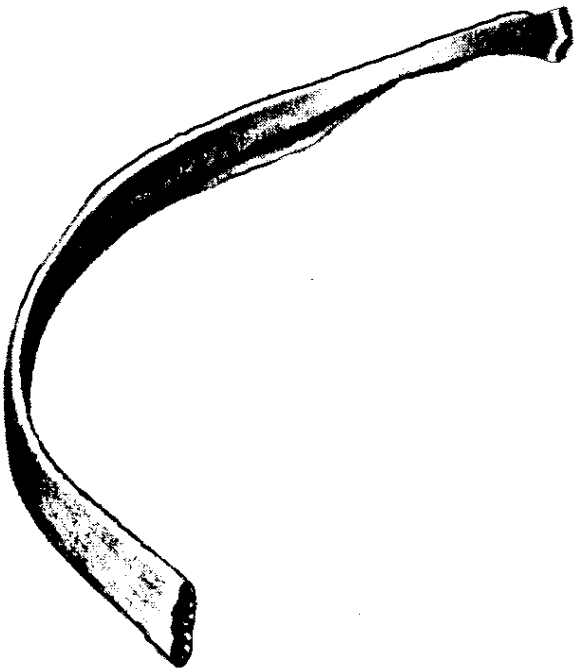
Карта № 1



Грудной позвонок
(vertebrae thoracica)

1. Corpus vertebrae
2. Processus articularis superior
3. Processus articularis inferior
4. Processus transversales
5. Processus spinosus
6. Foramen vertebrae
7. Arcus vertebrae
8. Fovea costales superior
9. Fovea costales inferior
10. Incisura vertebralis superior
11. Incisura vertebralis inferior
12. Fovea costalis transversalis

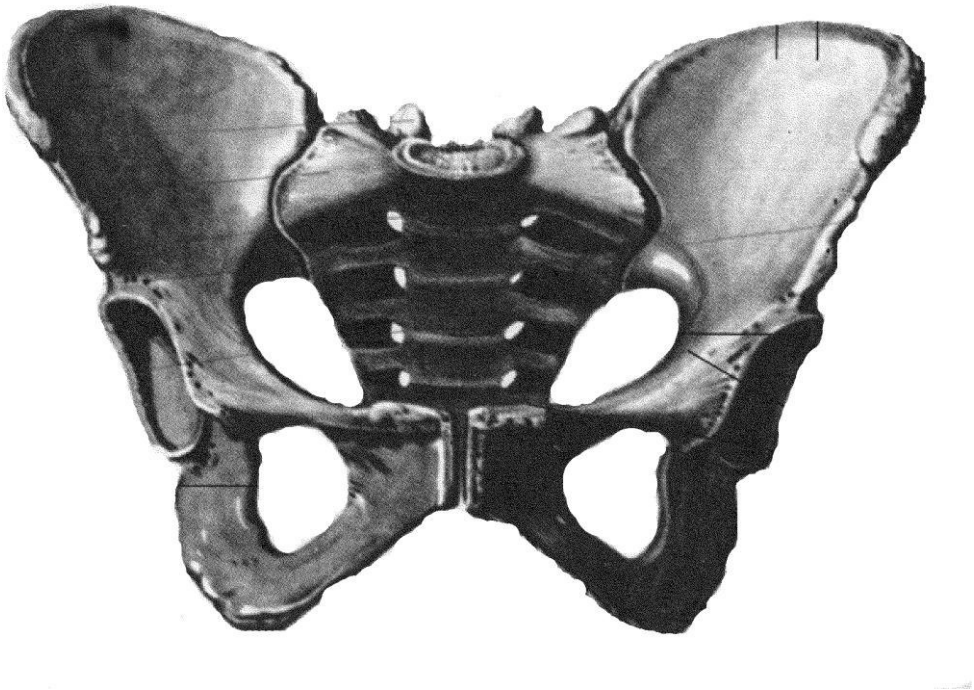
Карта № 2



Ребро (costae)

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

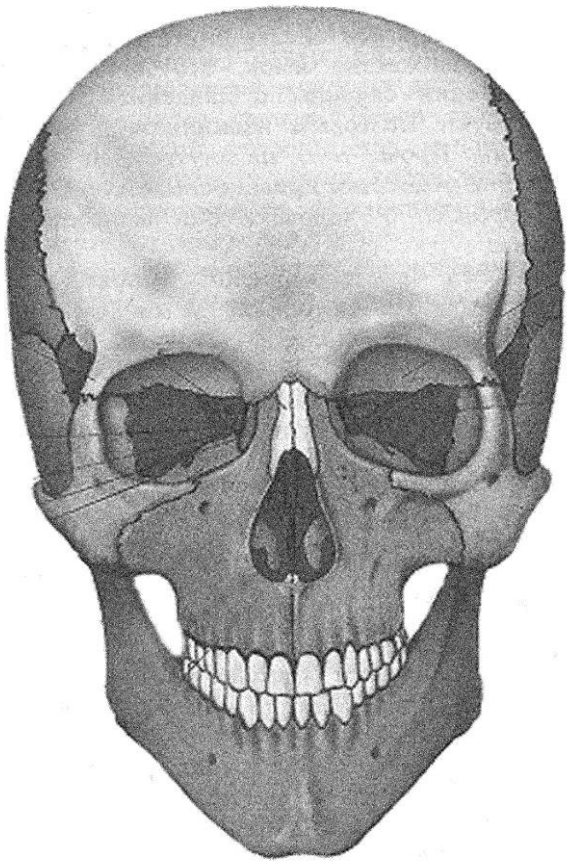
Карта № 3



Таз (pelvis)

1. os sacrum
2. articulatio sacroiliaca
3. pelvis major
4. pelvis minor
5. foramen obturatum
6. os ilium
7. ala ossis ilii
8. crista iliaca
9. acetabulum
10. os ischii
11. os pubis
12. tuberculum pubicum
13. linea terminalis

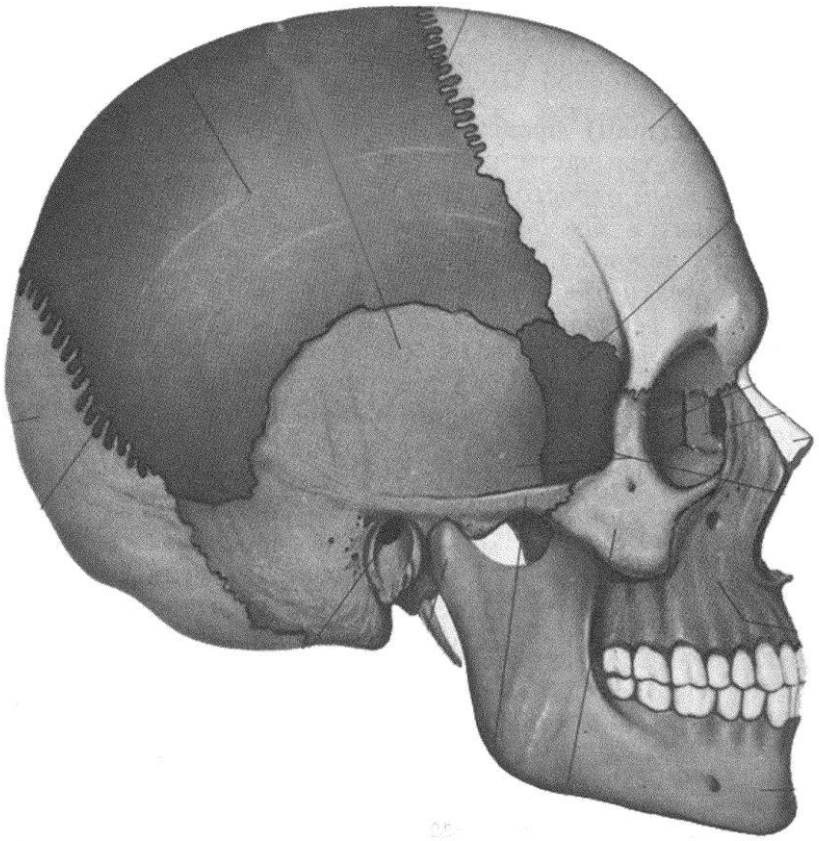
Карта № 4



Череп, вид спереди (cranium)

1. os frontale
2. os parietale
3. os temporale
4. os zygomaticum
5. os nasale
6. os sphenoidale
7. os lacrimale
8. maxilla
9. mandibula
10. cavum nasi
11. concha nasalis inferior
12. os ethmoidale
13. protuberantia mentalis

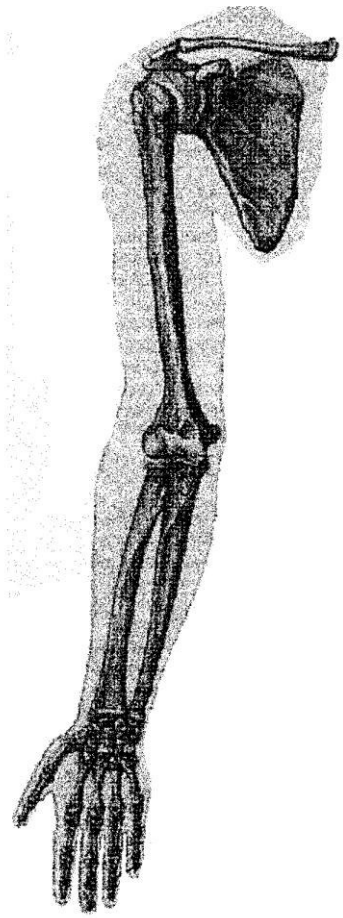
Карта № 5



Череп, вид сбоку (cranium)

1. os frontale
2. os parietale
3. os temporale
4. os occipitale
5. os zygomaticum
6. mandibula
7. maxilla
8. os nasale
9. os lacrimale
10. os sphenoidale
11. os ethmoidale
12. processus styloideus
13. processus mastoideus

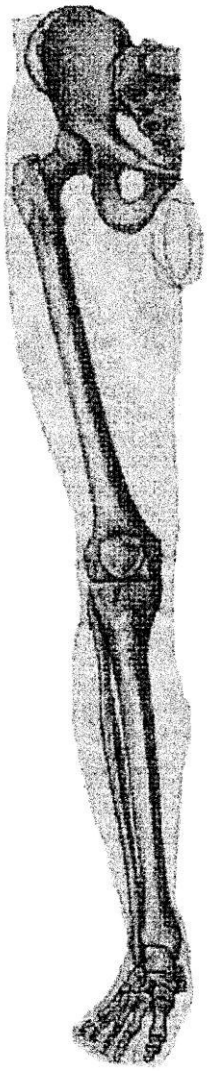
Карта № 6



Скелет верхней конечности.

1. clavicula
2. scapula
3. processus coracoideus
4. acromion
5. humerus
6. caput humeri
7. collum anatomicum
8. tuberculum majus
9. tuberculum minus
10. epicondylus lateralis
11. epicondylus mediales
12. fossa coronoidea
13. radius
14. ulna
15. ossa carpi
16. ossa metacarpi
17. ossa digitorum manus

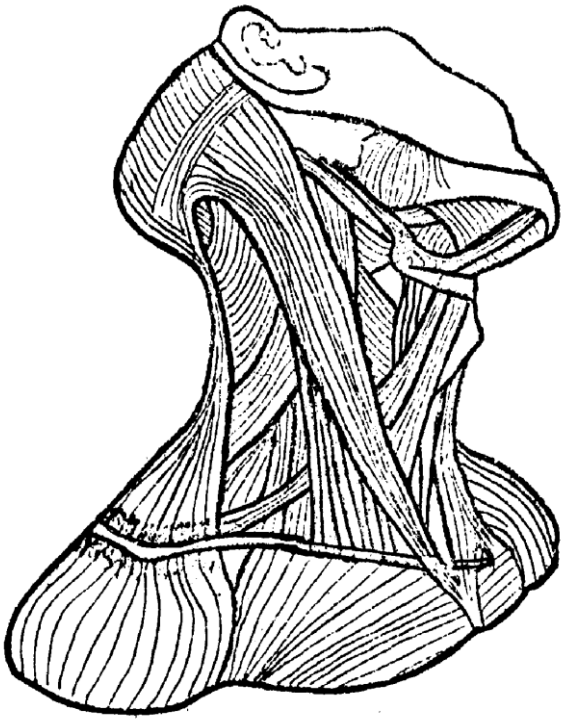
Карта № 7



Скелет нижней конечности.

1. os sacrum
2. os coxae
3. femur
4. collum femoris
5. trochanter major
6. epicondylus lateralis
7. epicondylus medialis
8. patella
9. tibia
10. fibula
11. ossa tarsi
12. ossa metatarsi
13. ossa digitorum pedis

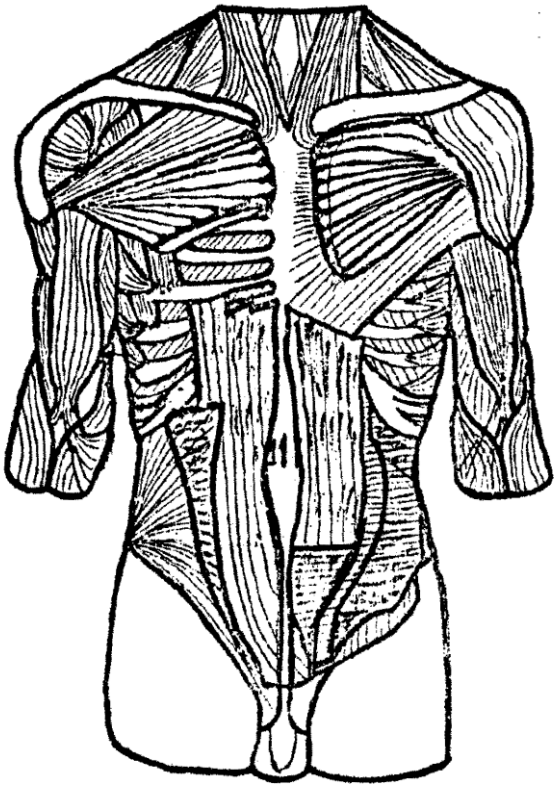
Карта № 8



Мышцы шеи.

1. m. sternocleidomastoideus
2. m. mylohyoideus
3. m. digastricus
4. m. stylohyoideus
5. m. scalenus ant., med., post.
6. m. omohyoideus
7. m. sternohyoideus

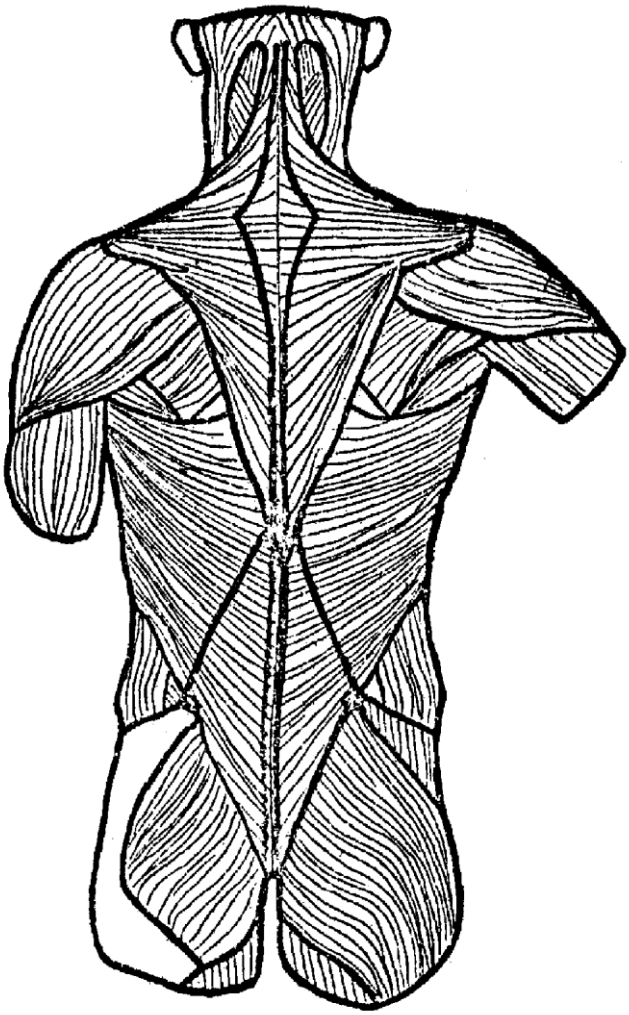
Карта № 9



Мышцы туловища и верхней конечности

1. m. pectoralis major
2. m. serratus anterior
3. m. intercostales externi
4. m. intercostales interni
5. m. rectus abdominis
6. m. transversus abdominis
7. m. deltoideus
8. m. biceps brachii
9. m. obliguus internus abdominis
10. m. pectoralis minor

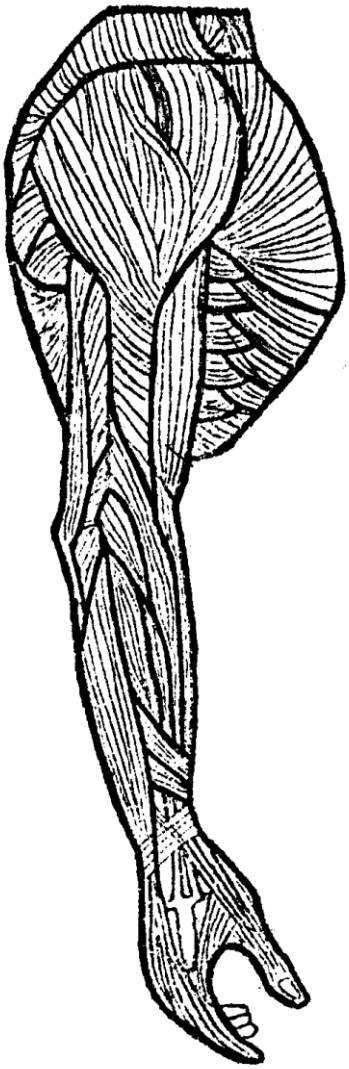
Карта № 10



Мышцы спины.

1. m. trapezium
2. m. deltoideus
3. m. latissimus dorsi
4. m. gluteus maximus
5. m. sternocleidomastoideus
6. m. obliguus externus abdominis
7. m. splenius capitis

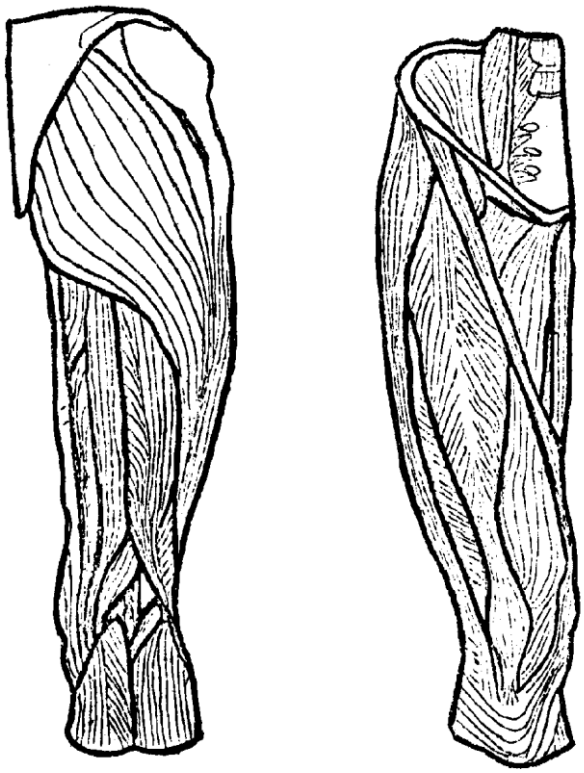
Карта № 11



Мышцы верхней конечности.

1. m. trapezium
2. m. pectoralis major
3. m. serratus anterior
4. m. deltoideus
5. m. triceps brachii
6. m. biceps brachii
7. m. brachialis
8. m. flexor carpi ulnaris
9. m. brachioradialis
10. m. abductor pollicis longus

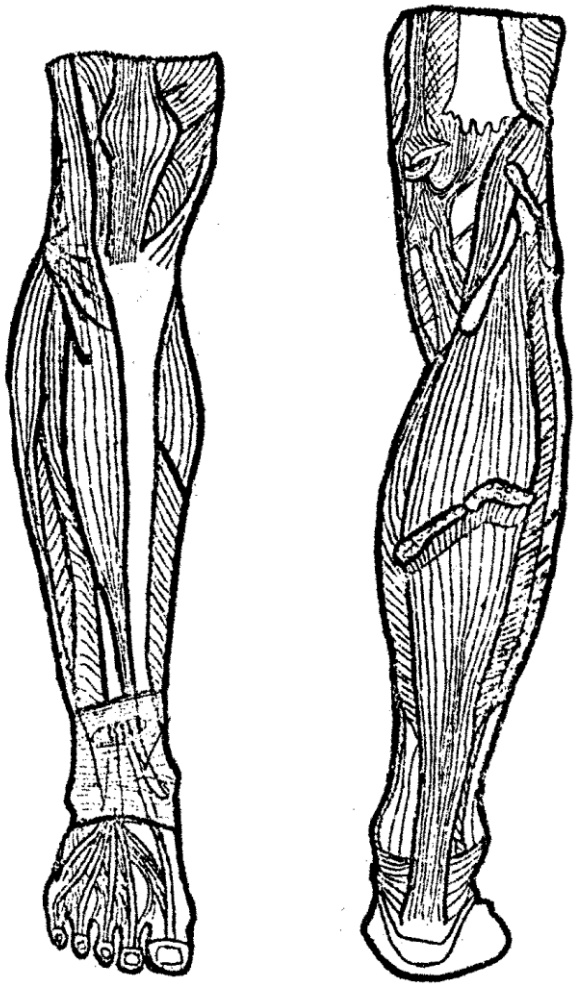
Карта № 12



Мышцы бедра.

1. m. gluteus maximus
2. m. biceps femoris
3. m. semitendinosus
4. m. adductor longus
5. m. gastrocnemius
6. m. sartorius
7. m. guadriceps femoris
8. m. pectineus
9. m. gracilis
10. m. psoas major

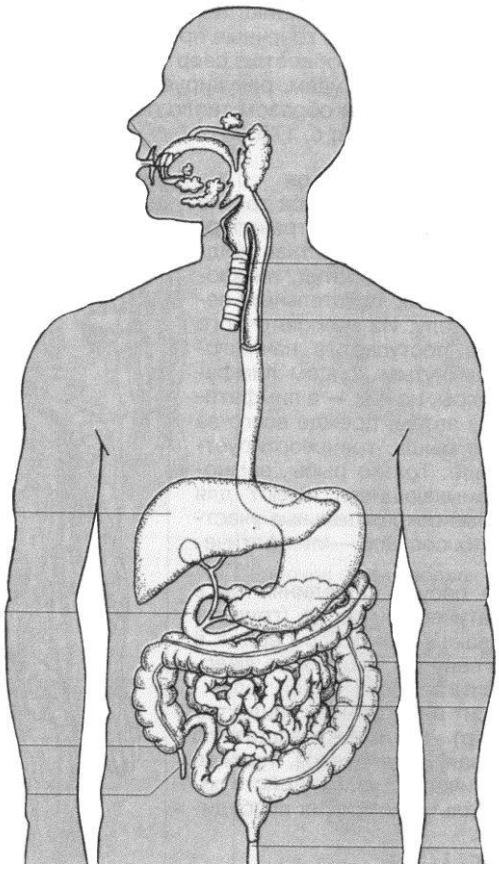
Карта № 13



Мышцы голени.

1. m. gastrocnemius
2. m. soleus
3. m. tibialis anterior
4. m. peroneus longus
5. m. peroneus brevis
6. m. guadriceps femoris
7. m. extensor digitorum longus
8. m. popliteus

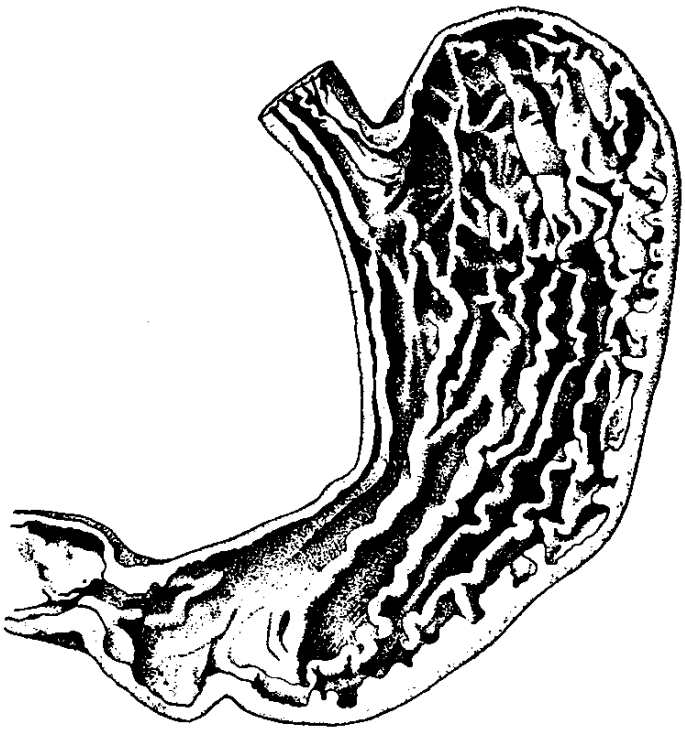
Карта № 14



Органы пищеварения

1. glandula parotis
2. glandula submandibularis
3. cavum oris
4. lingua
5. pharynx
6. oesophagus
7. ventriculus
8. duodenum
9. hepar
10. vesuca fellea
11. pancreas
12. intestinum jejunum
13. intestinum ileum
14. caecum
15. appendix vermiformis
16. colon transversum
17. colon descendens
18. colon sigmoideum
19. rectum
20. colon ascendens

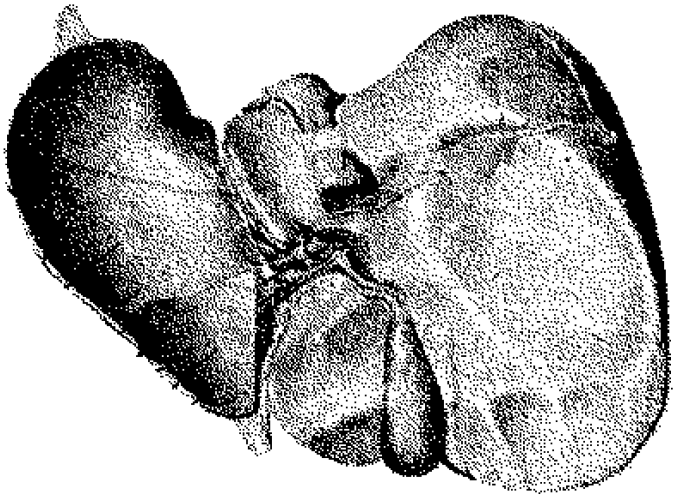
Карта № 15



Желудок (ventriculus).

1. pars cardiaca ventriculi
2. fundus ventriculi
3. corpus ventriculi
4. pars pilorica ventriculi
5. curvatura ventriculi major
6. curvatura ventriculi minor
7. duodenum
8. pylorus
9. plicae gastricae

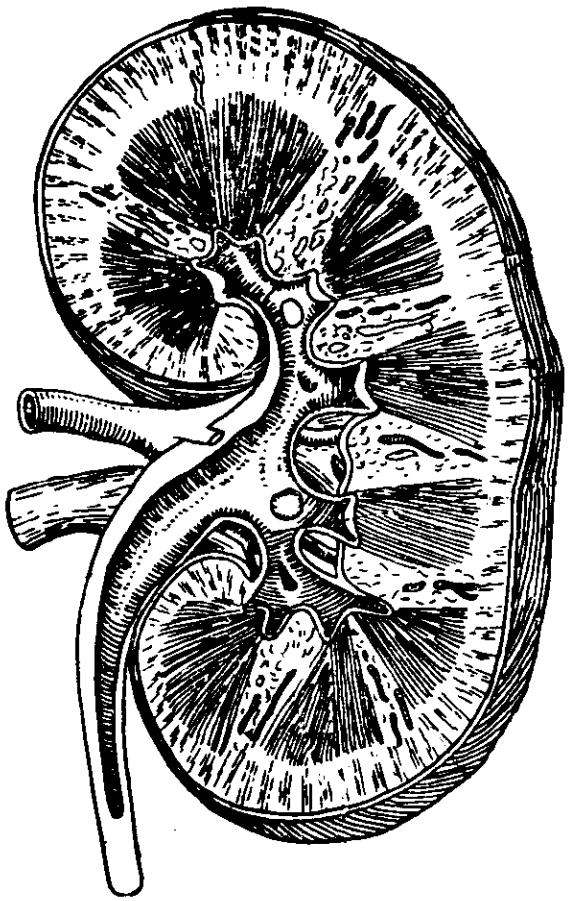
Карта № 16



Печень (hepar).

1. lobus dexter
2. lobus sinister
3. lobus guadratus
4. lobus caudatus
5. vesica fellea
6. v. portae
7. v. cava inferior
8. a. hepatica
9. ductus cysticus

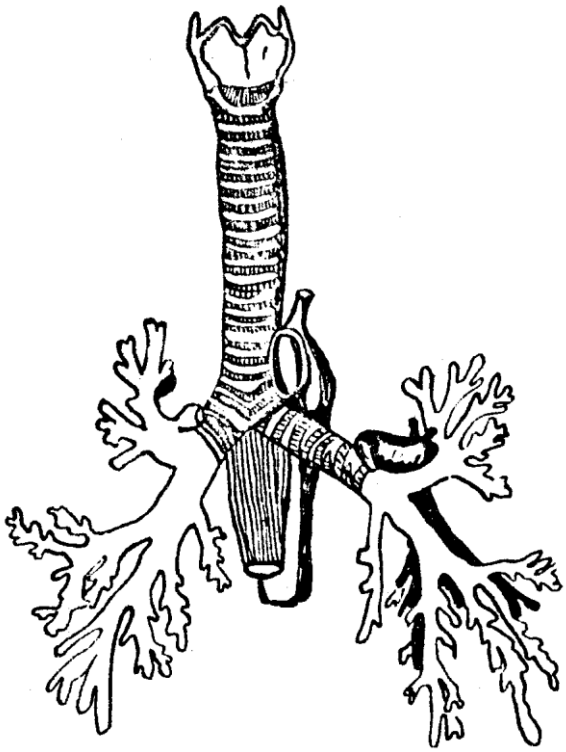
Карта № 17



Почка (ren).

1. cortex renis
2. medulla renis
3. papillae renalis
4. ureter
5. pelvis renalis
6. pyramides renalis
7. renalis
8. v. renalis
9. columnae renalis

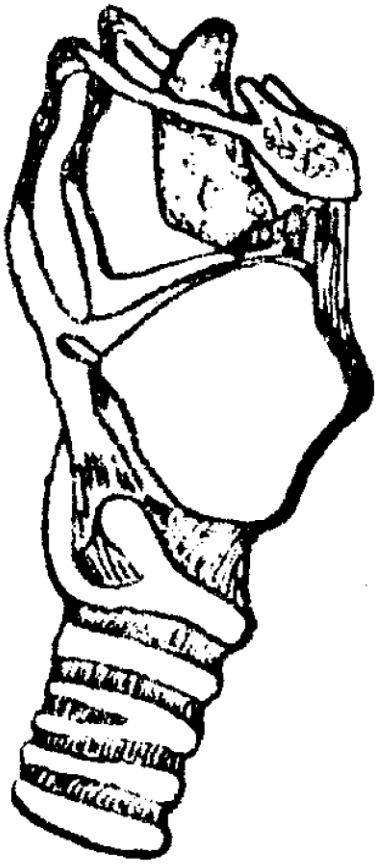
Карта № 18



Дыхательные пути и прилежащие органы.

1. cartilago thyreoidea
2. cartilago cricoidea
3. trachea
4. bronchi
5. bifurcatio tracheae
6. oesophagus
7. aorta
8. a. pulmonalis sinistra
9. bronchus principalis sinister

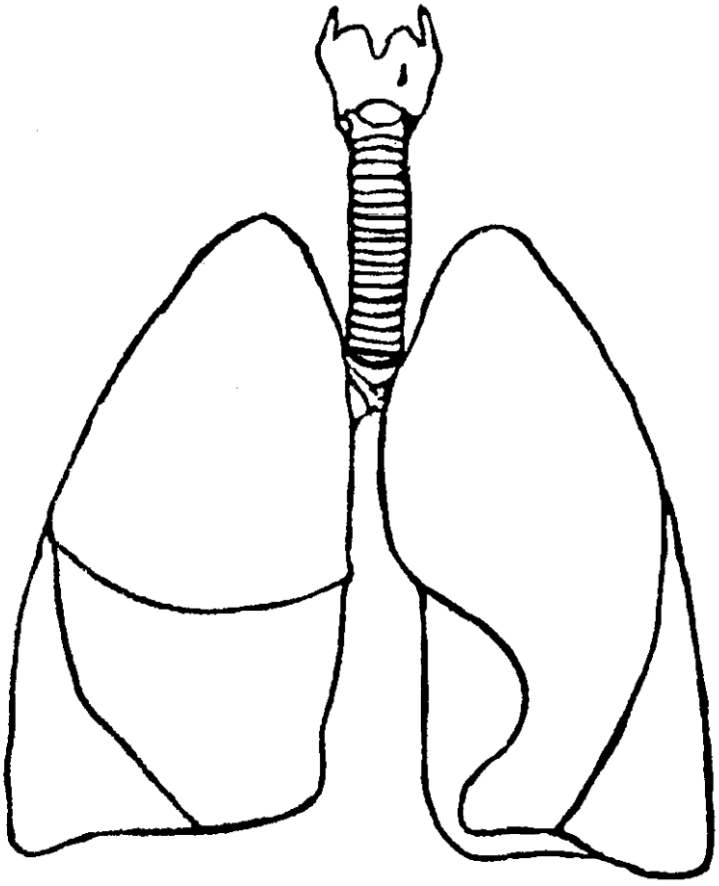
Карта № 19



Гортань (larynx)

1. os hyoideum
2. epiglottis
3. cartilago thyreoidea
4. cartilago cricoidea
5. cartilagines tracheales
6. cornu superius cart. thyr.
7. cornu inferius cart. thyr.

Карта № 20



Органы дыхания

1. larynx
2. trachea
3. bifurcatio tracheae
4. lobus superior
5. lobus medius
6. lobus inferior
7. lobus superior
8. lobus inferior
9. apex pulmonalis
10. basis pulmonalis
11. margo anterior pulmonalis
12. margo posterior pulmonalis
13. incisura cardiaca

Карта № 21

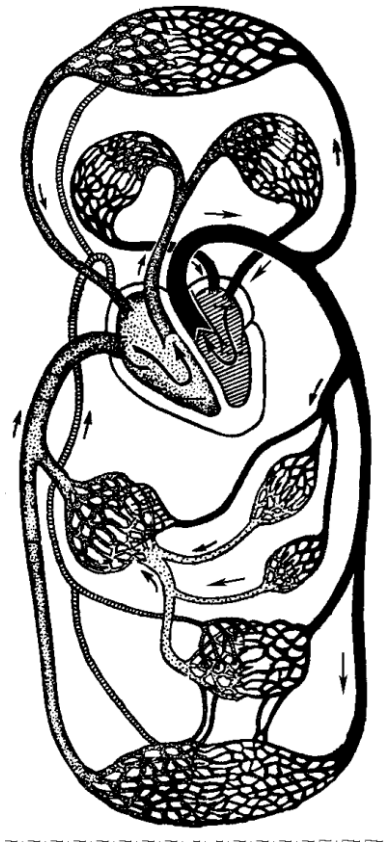
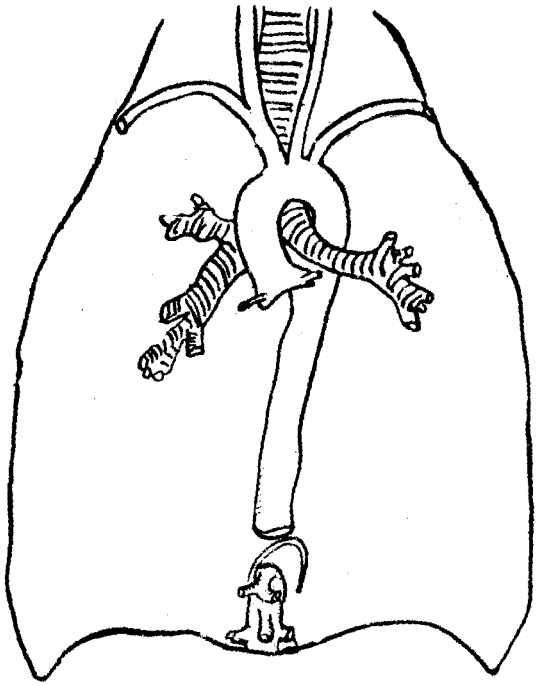


Схема малого и большого круга кровообращения

1 a.carotis communis (dextra et sinistra)
2. v. cava superior
3. v. cava inferior
4. v. portae
5. truncus pulmonalis
6. v. pulmonalea
7. arcus aortae
8. truncus coeliacus
9. a. mesenterica superior
10. v. hepatica

Карта № 22



Грудная аорта

1. bulbus aortae
2. a. coronaria
3. pars ascendens
4. pars descendens
5. arcus aortae
6. truncus brachiocephalicus
7. a. carotis communis dextra
8. a. subclavia sinistra
9. truncus coeliacus
10. a. mesenterica superior
11. a. renalis
12. a. carotis communis sinistra
13. a. subclavia dextra
14. aorta thoracica

Карта № 23

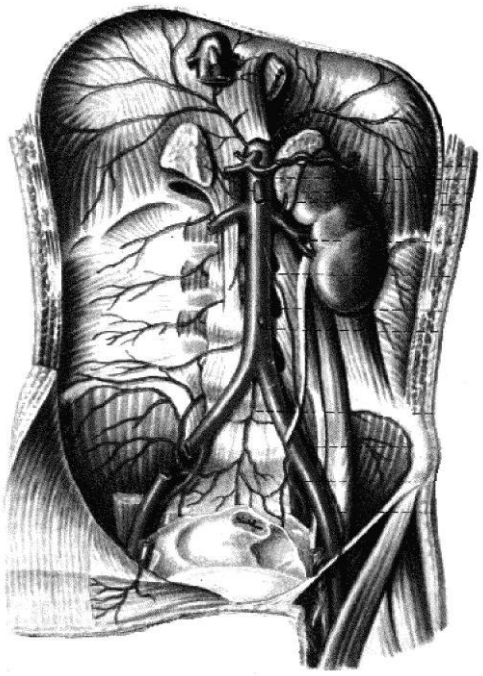


Схема аорты (брюшная полость)

1. truncus coeliacus
2. a. lienalis
3. a. hepatica communis
4. a. mesenterica superior
5. a. renalis
6. a. mesenterica inferior
7. a. iliaca communis sinistra
8. a. iliaca externa dextra
9. a. iliaca interna dextra
10. a. testicularis sinistra
11. a. saeralis mediana

Карта № 24

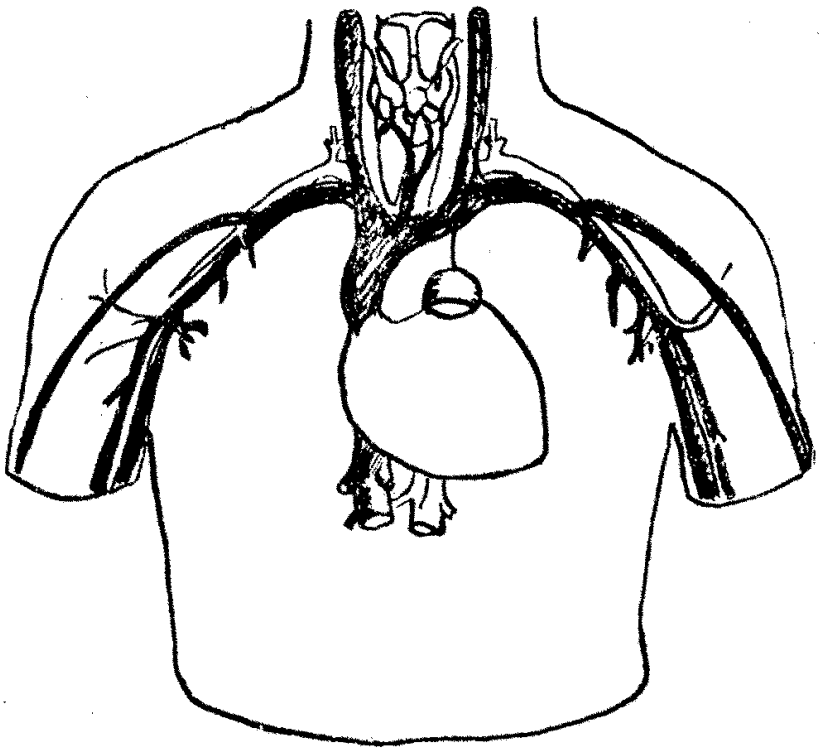
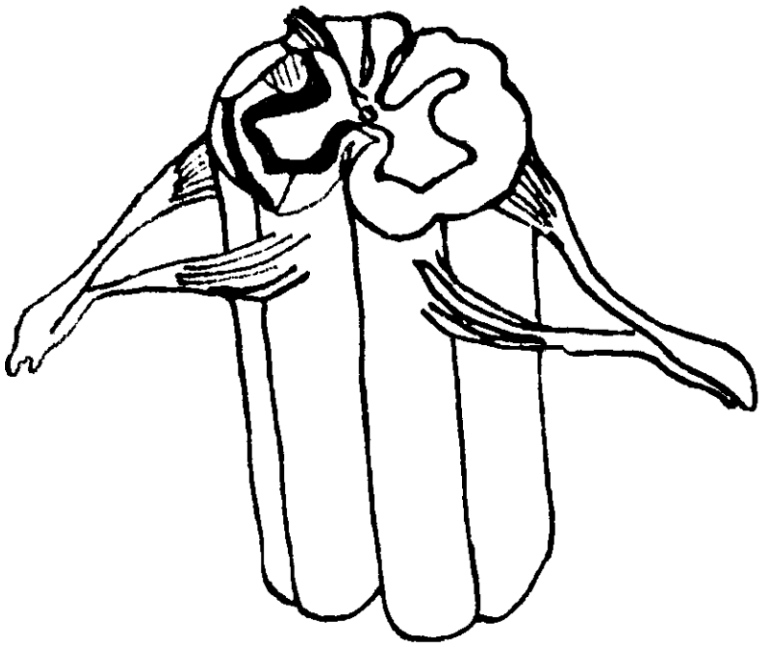


Схема верхней полой вены.

1. v. cava superior
2. v. subclavia dextra
3. v. cava inferior
4. cor
5. v. jugularis interna
6. v. brachiocephalica sinistra
7. v. brachiocephalica dextra
8. truncus pulmonalis
9. arcus aortae
10. aorta descendens

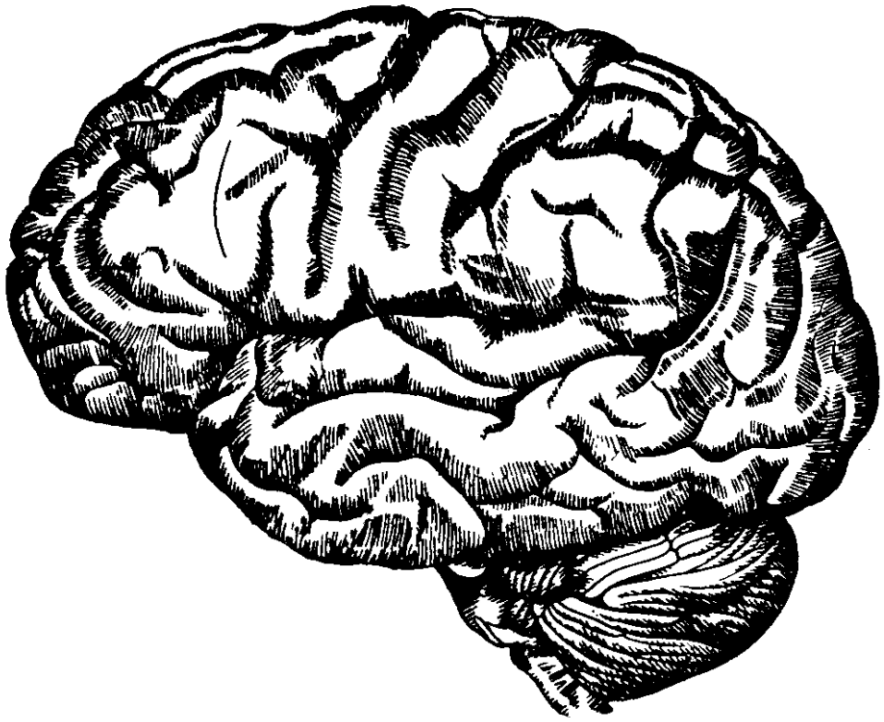
Карта № 25



Спинной мозг (medulla spinalis)

1. radix posterior (dorsalis)
2. ganglion spinalis
3. radix anterior (ventralis)
4. cornu posterius substantia grisea
5. cornu anterius substantia grisea
6. fissura mediana anterior
7. sulcus medianus posterior
8. substantia alba
9. substantia grisea
10. canalis centralis

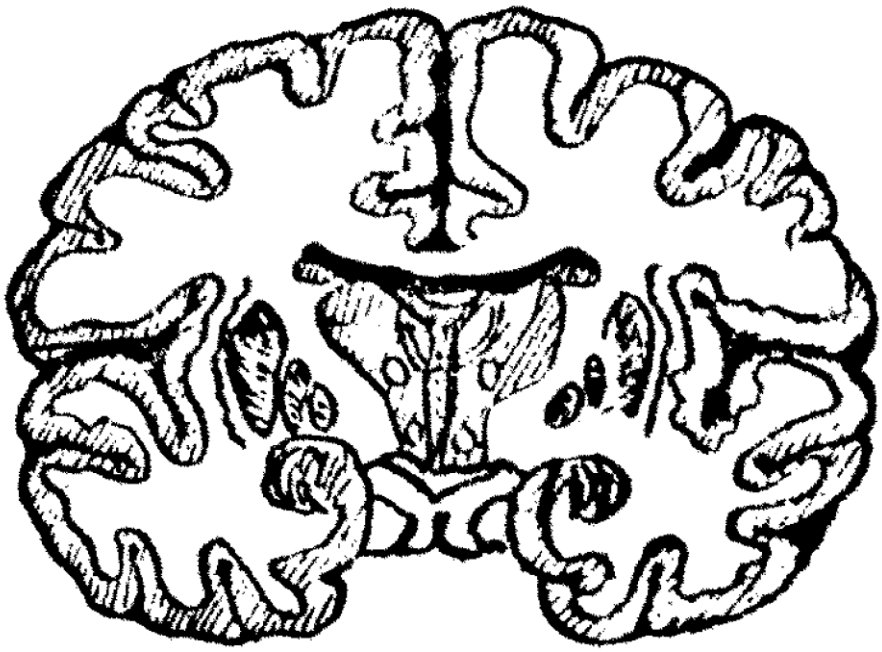
Карта № 26



Головной мозг (encephalon) – латеральная поверхность.

1. lobus frontalis
2. lobus temporalis
3. lobus parietalis
4. lobus occipitalis
5. sulcus centralis
6. sulcus precentralis
7. sulcus postcentralis
8. sulcus frontalis superior
9. sulcus frontalis inferior
10. sulcus temporalis superior
11. sulcus temporalis inferior
12. sulcus parieto-occipitalis
13. cerebellum
14. pons
15. medulla oblongata
16. sulcus Sylvii (lateralis)
17. gyrus precentralis
18. gyrus postcentralis

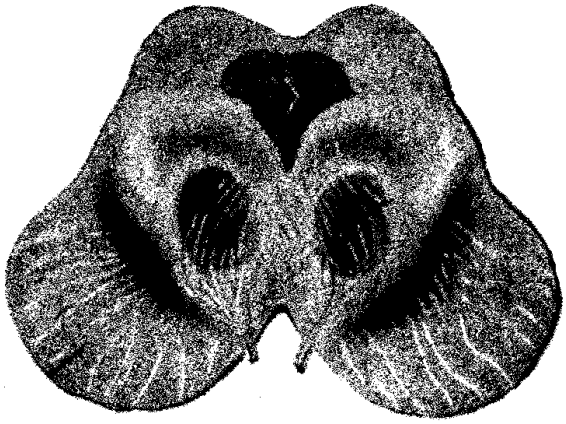
Карта № 27



Головной мозг – фронтальный разрез

1. cortex cerebri
2. claustrum
3. putamen
4. globus pallidus
5. nucleus candatus
6. thalamus
7. ventriculus tertius
8. chiasma opticum
9. corpus amygdaloideum
10. corpus callosum

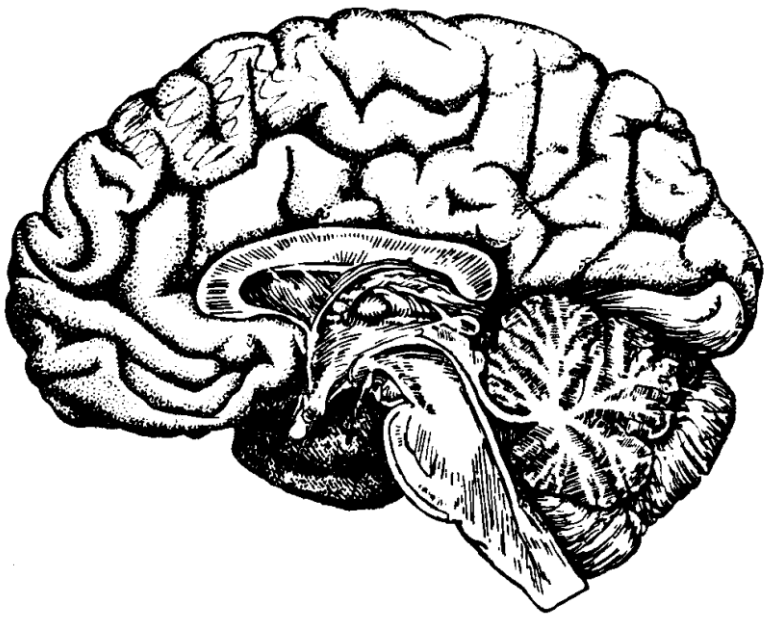
Карта № 28



Средний мозг (mesencephalon) – поперечный разрез.

1. agueductus cerebri (Sylvii)
2. tectum mesencephali
3. tegmentum
4. crus cerebri
5. substantia nigra
6. nucleus ruber
7. substantia grisea centralis
8. n. oculomotoris

Карта № 29



Головной мозг (encephalon) – сагиттальный разрез.

1. telencephalon
2. cerebellum
3. medulla oblongata
4. pons Varolii
5. mesencephalon
6. diencephalon
7. hypophysis
8. corpus callosum
9. lobus temporalis
10. fornix

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Сапин М.Р., Билич Г.Л. Анатомия человека. Учеб.для студ. высш. учеб. заведений. В 2-х кн. М: Изд. дом «Оникс 21 век»: изд-во «Мир и образование»,2003.
2. Сапин М.Р., Брыксина З.Г. Анатомия человека: Учебное пособие для студ. биол. фак.пед. ун-тов, ин-тов, пед. уч-щ, колледжей. М.: Просвещение: Владос, 1995. 464с.
3. Сапин М.Р., Билич Г.Л. Анатомия человека: Учеб. для студ. биол. спец. вузов. М.: Высш. шк., 1989. 544с.

Дополнительная

4. Курепина М.М., Воккен Г.Г. Анатомия человека: Атлас. М.: Просвещение, 1979. 126с.
5. Борисевич А.И. и др. Словарь терминов и понятий по анатомии человека. М.: Высшая школа, 1990.
6. Сапин М.Р., Билич Г.А. Руководство к практическим занятиям по анатомии человека: Учеб. Пособие для биол. спец. вузов. М.: Высш. шк., 1992. 223с.
7. Краев А.В. Анатомия человека. В 2 кн.. М.: Медицина, 1978.
8. Фениш Х.(при участии Даубера В.) Карманный атлас анатомии человека на основе Международной номенклатуры. Пер.с англ. С.Л.Кабака. Мн: Вышэйшая школа, 1996. 464с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение…….. 4
Лабораторное занятие № 1. Остеология. осевой скелет……. 5
Лабораторное занятие № 2. Череп…… 9
Лабораторное занятие № 3. Кости верхней и нижней конечности.. 13
Лабораторное занятие № 4. Миология…… 17
Лабораторное занятие № 5. Пищеварительная система…… 22
Лабораторное занятие № 6. Дыхательная система…… 26
Лабораторное занятие № 7. Мочевые органы…… 29
Лабораторное занятие № 8. Кровеносная система……. 31
Лабораторное занятие № 9. Лимфатическая система. Органы кроветворения и иммунной системы.. 36
Лабораторное занятие № 10. Центральная нервная система……. 39
Лабораторное занятие № 11. Оболочки мозга. Периферическая нервная система. Вегетативная нервная система……. 45
Лабораторное занятие № 12. Органы чувств…….. 49
Лабораторное занятие № 13. Общий покров……. 53
Приложения…… 55
Рекомендуемая литература……... 84

ФАЗЛУТДИНОВА А.И., САФИУЛЛИНА Л.М.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ ПО ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ



Уфа 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. М.АКМУЛЛЫ

Фазлутдинова А.И., Сафиуллина Л.М.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ ПО ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

Уфа 2019

УДК 581.1 (075)
ББК 28.57 я73
Ф 16

Фазлутдинова, А.И.
Самостоятельная работа студентов по физиологии растений [Текст]: методическое пособие / А.И. Фазлутдинова, Л.М. Сафиуллина. - Уфа: Изд-во БГПУ, 2019. – 49с.

Пособие предназначено студентам для самостоятельного изучения дисциплины «Физиология растений» и призвано помочь им приобрести умения и навыки самостоятельной работы.

Рецензенты:

Дубовик И.Е., д.б.н., профессор
Башкирского государственного университета;
Абрамов С.Н., к.б.н, доцент
Башкирского государственного педагогического университета им. М.Акмуллы

© Издательство БГПУ, 2019

ПРЕДИСЛОВИЕ

Самостоятельная работа студентов является важным видом учебной деятельности. В современных условиях проблема организации самостоятельной работы студентов становится весьма актуальной, поскольку доля аудиторных занятий в общем объеме времени, отводимом для изучения дисциплин, уменьшается.

Методическое пособие состоит из нескольких модулей, каждый из которых включает в себя совокупность тем, соответствующих определенному разделу программы дисциплины. В конце каждого модуля приведены контрольные вопросы и задания, терминологический минимум, который должен освоить студент и ориентировочные тестовые задания. Методическое пособие содержит план самостоятельной работы студентов, темы контрольных работ по вариантам, список рекомендуемой литературы и примерный перечень экзаменационных вопросов.

Рекомендации по использованию данного учебного пособия.

1. Ознакомиться со структурой пособия.
2. Внимательно прочитать вводную часть, чтобы представить себе весь объем работы.
3. Ознакомиться со всеми модулями, отметить наиболее сложные для вас темы и обратить на них особое внимание.
4. Просмотреть список рекомендуемой литературы.
5. Во время самостоятельного изучения той или иной темы постарайтесь подготовить ответы на контрольные и экзаменационные вопросы и освоить терминологический минимум.
6. Проверить степень усвоения материала с помощью предложенных тестовых вопросов.
7. Познакомиться с темами контрольных работ и вопросами контрольных заданий. Чем раньше вы начнете работать над заданиями, тем полнее и глубже будет изучен материал.

Авторы полагают, что после ознакомления с методическим пособием и обсуждением затронутых проблем на лекциях и практических занятиях у студента сложится представление о закономерностях жизнедеятельности растений и молекулярных основах сложных функций и механизмов их регуляции в системе целого растения.

Рецензенты: И.Е. Дубовик, д. биол.н., проф. (БГУ)
С.Н. Абрамов, к. биол.н., доц. (БГПУ им. М.Акмуллы);

МОДУЛЬ I. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ РАСТИТЕЛЬНОГО ОРГАНИЗМА

Специфические особенности клеток растений по сравнению с бактериями и клетками животных. Функциональная роль отдельных органоидов клеток. Специфическая роль в метаболизме органоидов, типичных для растений (пластиды, вакуоль, клеточная стенка). Симбиотическая теория происхождения пластид и митохондрий. Клетка как целостная система (представление о необходимом наборе синтетических процессов для поддержания жизни клетки, значение структурной организации клетки и цитоскелет, представление о компартментации метаболизма в клетке). Физиологическая роль мембран и проницаемость клеток для разных соединений.

Функциональные системы растительного организма: автотрофного (листья) и почвенного питания (корни), сосудистая проводящая система, опорная система (механические и другие ткани), двигательная система (зоны растяжения и участки с обратимо изменяющимся тургором клеток), выделительная и дыхательная системы (межклетники, аэренхима, устьица, чечевички). Особенности функциональных систем растительного организма.

Системы регуляции, управления и интеграции. Уровни регуляции метаболизма клетки (генетический, мембранный, трофический). Представление о гомеостазе. Развитие межклеточных систем регуляции (трофической, гормональной и электрофизиологической). Организменный уровень регуляции. Связь между доминирующими центрами. Иерархия систем регуляции высшего растения.

Контрольные вопросы

1. Как осуществляется обмен клетки веществом, энергией и информацией? **2.** Что является структурной основой растительной клетки? **3.** Перечислите общие особенности строения и общие свойства биологических мембран. **4.** В чем заключаются функциональные особенности внутренних мембран митохондрий и хлоропластов? **5.** Некоторые антибиотики нарушают функции мембран. Чем это можно объяснить? **6.** Укажите основные процессы, протекающие в каждом из органоидов клетки. **7.** Укажите основные, функциональные системы растительного организма. **8.** Какие регуляторные системы обеспечивают целостность растения? Перечислите их особенности. **9.** Каким образом регулируется уровень ферментативной деятельности в клетке? **10.** Можно ли использовать биоэлектрические явления для диагностики состояния растения? **11.** Объясните принцип организменного уровня регуляции. **12.** Каким образом доминирующие центры оказывают влияние на развитие тканей и органов растения?

Терминологический минимум

Тонопласт, функциональные системы, регуляция, интеграция, управление, внутриклеточная регуляция, межклеточная регуляция, спайк, организменная регуляция, домини-

рующие центры, физиологические поля, канализированные связи, осцилляции, регуляторные контуры.

Контрольное задание*

1. Перечислите особенности строения клеток растений и укажите функциональное значение всех клеточных органоидов.
2. Изобразите и поясните иерархию систем регуляции растительного организма.

Примечание: * все контрольные задания выполняются студентами в письменной форме в тетрадях для контрольных заданий.

Проверочный тест №1

1. Как Вы считаете, какие особенности отличают растительную клетку от животной
   а) наличие митохондрий;
   б) наличие клеточной стенки;
   в) наличие эндоплазматической сети.
2. Укажите основную функцию плазматической мембраны
   а) механическая;
   б) энергетическая;
   в) транспортная.
3. Какую функцию выполняет ядро в растительных клетках
   а) синтез белка;
   б) синтез ДНК;
   в) синтез АТР.
4. Укажите органоид клетки, который не имеет мембранного строения
   а) рибосомы;
   б) Аппарат Гольджи;
   в) митохондрии.
5. О каком органоиде идет речь: представляет собой систему каналов, пузырьков и цистерн
   а) Аппарат Гольджи;
   б) пероксисомы;
   в) эндоплазматическая сеть.
6. В мембранах какого органоида происходят фотосинтетические процессы
   а) хлоропласты;
   б) митохондрии;
   в) рибосомы.
7. Какую функцию не выполняет вакуолярная система в растительных клетках
   а) автофагия;
   б) энергетическая;
   в) запасающая.
8. Из каких веществ состоит растительная клеточная стенка
   а) крахмал;
   б) хитин;
   в) целлюлоза.
9. Про какой органоид говорят, что он «энергетическое депо» клетки
   а) рибосомы;
   б) митохондрии;

в) хлоропласты.

10. Какой орган растения участвует в воздушном питании
    а) корень;
    б) стебель;
    в) лист.
11. Какой орган растения участвует в почвенном питании
    а) корень;
    б) стебель;
    в) лист.
12. В растительном организме существует несколько функциональных систем. Как Вы думаете, какая функциональная система занимает центральное место в обмене веществ целого растения
    а) дыхание;
    б) транспорт веществ;
    в) движение.
13. Какая система регуляции возникла раньше всех
    а) организменный;
    б) межклеточная;
    в) внутриклеточная.
14. Внутриклеточная система регуляции осуществляется на уровне
    а) ферментов;
    б) гормонов;
    в) питательных веществ.
15. Межклеточная система регуляции осуществляется на уровне
    а) ферментов;
    б) гормонов;
    в) генов.
16. Что обеспечивает организменный уровень регуляции
    а) ионный гомеостаз клеток;
    б) взаимодействие всех частей растения;
    в) транспорт ассимилятов.
17. Градуальное увеличение или уменьшение вдоль оси растения осмотического давления, величины pH, концентрации различных веществ и т.д. это:
    а) свойство полярности;
    б) свойство физиологических полей;
    в) свойство осцилляций.

МОДУЛЬ II. ФИЗИОЛОГИЯ ВОДООБМЕНА РАСТЕНИЙ

Физические и химические свойства воды и ее значение в организации живой материи.

Поглощение воды клетками. Осмотические явления в клетках. Представление о водном потенциале клетки растения. Состояние воды в клетках, свободная и связанная вода.

Поглощение воды корнем. Корневое давление, плач, гуттация. Механизм создания корневого давления и активного транспорта воды.

Передвижение воды по стеблю. Присасывающее действие листьев. Нижний и верхний концевые двигатели водного тока, их величина, источники энергии.

Транспирация, ее значение для растения. Устьичная регуляция транспирации. Влияние внешних условий на транспирацию, ее суточные и сезонные изменения.

Водный режим растений разных экологических типов и разных жизненных форм. Ксероморфная структура. Влияние водного стресса на физиологические процессы у растений.

Контрольные вопросы

1. Перечислите термодинамические компоненты осмотической системы. **2.** В чем отличие механизмов поглощения воды набухающим семенем и проростком? **3.** Перенос растения, выращиваемого в водной культуре, в гипертонический раствор может вызывать временное завядание, затем тургесцентность восстанавливается. Как объяснить это явление? **4.** Каков наиболее вероятный путь передвижения воды из почвы в ксилему? **5.** Зависит ли поглощение воды корнями от транспирации? Поясните свой ответ. **6.** Объясните, почему вода поднимается к вершинам высоких деревьев. **7.** Растение теряет воду вследствие очень отрицательного водного потенциала атмосферы. Как бы вы объяснили это утверждение: чисто описательно, не биологу. **8.** Опишите механизм работы нижнего концевого двигателя. Какова физиологическая роль гуттации в жизни растения? **9.** Почему ветер усиливает транспирацию? **10.** Какие приспособления вырабатываются у растений в условиях водного дефицита?

Терминологический минимум

Осмос, диффузия, имбибиция, водный потенциал, осмотическое давление, тургорное давление, противодавление, сосущая сила, плазмолиз, циторриз, симпласт, апопласт, корневое давление, нижний концевой двигатель, пасока, «плач растений», гуттация, гидатоды, транспирация, верхний концевой двигатель.

Контрольное задание

1. Проследите путь молекулы воды от капли дождя, упавшей на почву, до водяного пара, поступающего в воздух через устьичный аппарат.

2. Покажите суточный ход транспирации и объясните, почему интенсивность транспирации меняется в течение дня?

Проверочный тест №2

1. Какую основную функцию выполняет вода в биологических объектах
   а) вода может находиться в трех агрегатных состояниях – газообразном, жидком и твердом;
   б) вода важнейший растворитель и важнейшая среда для биохимических реакций;
   в) вода является основным климатообразующим фактором.
2. Укажите, какая органелла клетки является местом наибольшей концентрации воды
   а) плазматическая мембрана;
   б) цитоплазма;
   в) вакуоль.
3. Как Вы считаете, какой из ниже перечисленных способов поступления воды в живые клетки, является основным
   а) диффузия;
   б) осмос;
   в) набухание биоколлоидов.
4. Кто, из представленных здесь ученых, сконструировал осмометр, который в дальнейшем был назван «искусственной клеткой»
   а) Г. Дютроше;
   б) В. Пфеффер;
   в) Я. Вант – Гофф.
5. Что такое осмос?
   а) это переход молекул растворителя по градиенту концентраций без затраты энергии через полупроницаемую мембрану;
   б) это переход молекул растворенного вещества против градиента концентраций с затратой энергии;
   в) это переход молекул растворенного вещества по градиенту концентраций без затраты энергии.
6. Укажите, какому термину соответствует следующее определение: «Химический потенциал чистой воды»
   а) химический потенциал;
   б) водный потенциал;
   в) осмотический потенциал.
7. Что такое тургорное давление?
   а) сила, с которой вода входит в клетку;
   б) давление, которое возникает в ходе осмотического поступления воды через полупроницаемую мембрану;
   в) давление, препятствующее разбуханию клеточной стенки, возникающее при ее эластичном растяжении.
8. Что такое плазмолиз?
   а) поступление воды в клетку приводящее к увеличению объема протопластов;
   б) отток воды из клеток приводящий к уменьшению объема протопластов и их отделению от клеточных стенок;
   в) отток воды из клеток приводящее к сокращению объема протопластов, но не сопровождающееся отделением от клеточных стенок.

9. Чем занято пространство между клеточной стенкой и сократившимся протопластом, если клетка плазмолизирована гипертоническим раствором
    а) вода клетки;
    б) воздух;
    в) наружный раствор.
10. Каким уравнением можно описать состояние клетки, когда она полностью насыщена водой (полный тургор)
    а) S = 0, P = T;
    б) T = 0, S = P;
    в) P = S + T.
11. Чему равны сосущая сила, тургорное и осмотическое давление клетки в условиях водного дефицита (потеря тургора)
    а) S = 0, P = T;
    б) T = 0, S = P;
    в) P = S + T.
12. Что произойдет с клеткой имеющей концентрацию клеточного сока 0,1 М, помещенной в 0,5 М раствор сахарозы
    а) плазмолиз;
    б) набухание клетки;
    в) изменений не будет.
13. Чему равно осмотическое давление клетки при $t = 20^0$ С, если известно, что изотонический для данной клетки раствор NaCl имеет концентрацию 4 М
    а) 1,73 атм;
    б) 17,3 атм;
    в) 173 атм.
14. Чему равно тургорное давление клетки, если известно, что сосущая сила клетки равна 10 атм, а осмотическое давление 16 атм.
    а) 26 атм;
    б) 16 атм;
    в) 6 атм.
15. Клетка находится в состоянии полного завядания, осмотическое давление клеточного сока равно 6 атм. Чему равна сосущая сила клетки
    а) S = О атм;
    б) S = 6 атм;
    в) S = 12 атм.
16. Растворы сахарозы и NaCl имеющие одинаковые концентрации (1 М) разделены полупроницаемой мембраной. В сторону какого раствора будет поступать вода
    а) в сторону сахарозы;
    б) в сторону NaCl;
    в) изменений не будет.
17. Какая зона корня участвует в процессе всасывания воды
    а) зона меристемы;
    б) корневой чехлик;
    в) зона корневых волосков.
18. Укажите, какому типу радиального транспорта воды по корню соответствует следующее определение: «передвижение воды через цитоплазму по плазмодесмам»
    а) вакуолярный путь;
    б) путь по симпласту;
    в) путь по апопласту.
19. Что такое транспирация?

а) выделение ксилемного сока (пасоки) у вегетирующих растений при удалении стебля с листьями из оставшегося связанного с корнем пенька;

б) появление на концах или зубчиках листьев капельно – жидкой влаги;

в) физиологический процесс испарения воды растений через устьица или кутикулу.

20. От каких внешних факторов зависит движение устьиц

а) влажность воздуха;

б) парциальное давление CO_2 в межклетниках;

в) концентрация O_2 в атмосфере.

21. Интенсивность транспирации – это:

а) количество граммов испаренной воды за 1 час на единицу площади или на 1 г сухой массы;

б) количество граммов сухих веществ, образуемых при расходовании каждых 1000 г воды;

в) число граммов воды, израсходованной при накоплении 1 г сухих веществ.

22. К какой экологической группе относятся растения, хорошо приспособленные к перенесению атмосферной и почвенной засухи

а) гидрофиты;

б) мезофиты;

в) ксерофиты.

23. Колебания интенсивности транспирации отражает изменение степени открытия устьиц в течение суток. Укажите, с чем может быть связанно закрывание устьиц в полдень.

а) снижение уровня CO_2;

б) повышение температуры воздуха;

в) высокая влажность.

МОДУЛЬ III. ФОТОСИНТЕЗ

Фотосинтез как процесс питания растений. Уникальность этого процесса. Значение фотосинтеза в круговороте углерода и кислорода на Земле, в жизни биосферы. Значение изучения механизма фотосинтеза для разработки методов солнечной энергетики в человеческом обществе. История открытия и изучения фотосинтеза. Значение работ К.А. Тимирязева в обосновании приложимости закона сохранения энергии к фотосинтезу. Роль в фотосинтезе различных участков спектра видимого света. Пигментный аппарат фотосинтеза. Химические и оптические свойства хлорофиллов, фикобилинов, каротиноидов. Хлоропласты, их ультраструктура (граны, ламеллы, тилакоиды, строма, рибосомы). Структурная организация и функционирование мембраны тилакоида.

Фотофизические процессы в фотосинтезе. Передача поглощенной энергии фотона между молекулами пигментов. Представление о фотосинтетической единице, светособирающем комплексе, реакционном центре и фотосистеме. Эффект Эмерсона и две фотосистемы. Фотохимические процессы фотосинтеза, Z-схема. Фотосинтетическое фосфорилирование, циклическое и нециклическое. Механизм фосфорилирования, теория П.Митчела.

Образование кислорода. Доказательство водного происхождения кислорода при фотосинтезе. Квантовый выход фотосинтеза.

Темновая фаза фотосинтеза. Доказательства участия в фотосинтезе темновых реакций. Длительность световой и темновой фаз. Локализация их в структурах хлоропласта. Цикл Кальвина (восстановительный пентозофосфатный цикл, C_3-путь). Этапы цикла Кальвина — карбоксилирование, восстановление, регенерация.

Оксигеназная функция РДФ-карбоксилазы / оксигеназы (Рубиско). Фотодыхание (гликолатный цикл) у C_3-растений. Цикл Хэтча-Слэка. Анатомическая структура листьев C_4-растений, особенности хлоропластов из клеток мезофилла и обкладки. САМ-путь фотосинтеза. Пути подачи CO_2 в цикл Кальвина у C_3-, C_4- и САМ-растений. Адаптационная роль C_3-, C_4- и САМ-путей фотосинтеза.

Влияние внешних условий на фотосинтез. Световая кривая фотосинтеза, точки компенсационная и светового насыщения. Различия световых кривых у светолюбивых и теневыносливых растений, у C_3- и C_4-растений. Влияние на фотосинтез концентрации CO_2. Углекислотный компенсационный пункт у C_3- и C_4-растений. Регуляция поступления CO_2 с помощью устьичного аппарата. Влияние температуры, водоснабжения и минерального питания на фотосинтез. Связь процессов фотосинтеза и дыхания. Фотосинтез и продуктивность растений и экосистем.

Контрольные вопросы

1. Солнечная радиация охватывает широкий диапазон длин волн, но растения используют лишь небольшую ее часть, от 400 до 750 нм. Чем это можно объяснить? **2.** В зонах с умеренным климатом концентрация CO_2 в атмосфере меняется на протяжении года циклическим образом: зимой она бывает примерно на 1,5 раза выше, чем летом. Объясните это явление. **3.** Укажите ваши соображения по поводу связи между строением хлоропласта и его фотосинтетической функцией. **4.** Почему основным пигментом при фотосинтезе считается хлорофилл, хотя лист содержит и ряд других пигментов, поглощающих свет? Какова физиологическая роль этих и других пигментов? **5.** Приведите доказательства существования двух фаз фотосинтеза. **6.** Какие соединения, образующиеся в световую фазу, используются при фиксации CO_2? **7.** Если зеленый лист освещать в отсутствии CO_2, то он будет флуоресцировать. Введение CO_2 вызовет тушение флуоресценции. Чем это объясняется? **8.** Каким образом электроны и протоны создают условия для образования АТР? **9.** У растений, растущих на почвах, бедных минеральными веществами, процесс фотосинтеза замедлен. Укажите вещества, недостаток которых вызывает такой эффект. **10.** Опишите реакции, в которых участвуют РДФ-карбоксилаза и ФЕП-карбоксилаза. **11.** Каким образом происходит фиксация CO_2 и что является конечным продуктом цикла Кальвина. Откуда берется энергия на осуществление этого цикла и на что эта энергия расходуется? **12.** При каких условиях РДФ-карбоксилаза может действовать как РДФ-оксигеназа? Каков результат этой реакции? **13.** Почему у C_4-растений отсутствует фотодыхание? **14.** Влияет ли свет на интенсивность фотодыхания? **15.** При фотодыхании образуются аминокислоты. Почему же в таком случае считают, что это неэффективный процесс? **16.** Какого рода опыты вы бы поставили для того, чтобы определить, принадлежит ли исследуемое растение к C_3- или C_4-типу? **17.** От каких параметров зависит продуктивность фотосинтеза?

Терминологический минимум

Хлоропласты, пигменты, хлорофилл, флуоресценция, каротиноиды, фикобилины, светособирающий комплекс, реакционный центр, фотосистема, электронтранспортная цепь, циклический транспорт электронов, нециклический транспорт электронов, фотолиз воды, фотофосфорилирование, фактор сопряжения, фотодыхание, квантовый выход, компенсационный пункт, фотосинтетическая продуктивность.

Контрольное задание

1. Проследите путь перемещения атома углерода из углекислого газа, от момента, когда газ проникает через устьичную щель в растение, и до момента, когда атом обнаруживается в крахмале.
2. Укажите сходство и различие между циклом Хетча-Слэка и САМ-тип метаболизмом. Представьте свой ответ в виде таблицы.
3. Перечислите факторы внешней среды, которые влияют на суточный ход фотосинтеза и объясните каким образом они оказывают свое воздействие на продуктивность фотосинтеза.

Проверочный тест №3

1. Работы какого учёного, легли в основу изучения процессов фотосинтеза

а) Ю. Сакс;
б) Дж. Пристли;
в) В. Пфеффер.

2. Какое количество света, падающего на Землю из космоса, усваивается автотрофными организмами
   а) 100%;
   б) 10%;
   в) 1%.
3. Укажите общее уравнение фотосинтеза
   а) $[C\ H_2O] + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$;
   б) $CO_2 + H_2O \longrightarrow [CH_2\ O] + O_2 + H_2O$;
   в) $H_2O \longrightarrow 2\ H^+ + 1\backslash 2\ O_2 + 2\ e^-$.
4. Какие условия являются необходимыми для протекания фотосинтеза
   а) наличие O_2;
   б) температура;
   в) наличие света.
5. В каких органеллах клетки проходит фотосинтез у растений
   а) в хлоропластах;
   б) в хромопластах;
   в) в митохондриях.
6. Где протекает световая фаза фотосинтеза
   а) в тилакоидах хлоропласта;
   б) в гранах хлоропласта;
   в) в строме хлоропласта.
7. Где протекает темновая фаза фотосинтеза
   а) в тилакоидах хлоропласта;
   б) в гранах хлоропласта;
   в) в строме хлоропласта.
8. Что образуется в световую фазу фотосинтеза
   а) O_2;
   б) $[CH_2O]$;
   в) CO_2.
9. Что образуется в темновую фазу фотосинтеза
   а) O_2;
   б) $[CH_2O]$;
   в) CO_2.
10. На каком этапе фотосинтеза образуются конечные продукты фотофосфорилирования – NADPH и ATP
    а) в световую фазу;
    б) в темновую фазу;
    в) постоянно.
11. Какое соединение образуется в ходе реакции Хилла (фотолиз H_2O)
    а) O_2;
    б) $[CH_2O]$;
    в) CO_2.
12. Пигменты являются важнейшим компонентом аппарата фотосинтеза. Укажите, какой пигмент непосредственно участвует в процессе фотосинтеза и входит в состав реакционных центров фотосистем I и II
    а) каротиноиды;
    б) хлорофиллы;

в) фикобилины.

13. Где именно, в хлоропластах, сосредоточены пигменты
    а) в оболочке хлоропласта;
    б) в строме хлоропласта;
    в) в гранах хлоропласта.
14. Какой фактор влияет на биосинтез хлорофиллов
    а) свет;
    б) температура;
    в) CO_2.
15. Какие лучи спектра поглощает хлорофилл
    а) красные;
    б) зеленые;
    в) желтые.
16. Если ветку элодеи поместить в сосуд с водой и осветить разными лучами спектра, одинаковой интенсивности, можно увидеть появление пузырьков O_2. Укажите, в каких случаях будет наблюдаться наиболее сильное выделение пузырьков
    а) при освещении красным светом;
    б) при освещении синим светом;
    в) при освещении зеленым светом.
17. Пигменты пластид относятся к трем классам веществ: хлорофиллам, фикобилинам и каротиноидам. Какую роль в ходе процесса фотосинтеза выполняют фикобилины и каротиноиды
    а) входят в состав реакционных центров фотосистем I и II;
    б) выполняют роль светособирающего комплекса;
    в) входят в состав фактора сопряжения и участвуют в переносе протонов.
18. Кто из ученых впервые предложил идею о существовании в хлоропластах двух фотосистем
    а) Р. Хилл;
    б) М.С. Цвет;
    в) Р. Эмерсон.
19. Какие компоненты электронтранспортной цепи в хлоропластах участвуют в нециклическом транспорте электронов
    а) антенный комплекс ФС II и комплекс цитохромов $b_6 – f$;
    б) антенный комплекс ФС I с ферредоксином;
    в) антенные комплексы ФС II и ФС I с цепями переносов электронов.
20. На синтез какого соединения, расходуется энергия света при циклическом фотофосфорилировании
    а) NADPH;
    б) $NADP^+$;
    в) АТР.
21. Парой каких электронов, заполняются участки с избыточным положительным зарядом («дырки») возбужденных молекул P_{700} при нециклическом фотофосфорилировании
    а) электронами высвобожденными из реакционного центра ФС II (P_{680});
    б) электронами образованными в ходе фотолиза воды;
    в) собственной парой электронов.
22. Какой тип фотосинтеза характерен для растений произрастающих в условиях резко засушливого климата
    а) C_3 – путь;
    б) САМ – метаболизм;

в) C_4 – путь.

23. Какое соединение служит первичным акцептором CO_2 у растений для которых характерен C_3 – путь фотосинтеза
    а) оксалоацетат;
    б) 3 – фосфоглицериновая кислота;
    в) рибулозо – 1,5 – дифосфат.
24. Какое соединение является первичным акцептором CO_2 у растений, для которых характерен C_4 – путь фотосинтеза
    а) фосфоенолпируват;
    б) малат;
    в) пируват.
25. Чем можно объяснить работу цикла Хетча-Слэка (C_4 – путь) при закрытых устьицах
    а) фотосинтез идет только в ночное время суток;
    б) на ход фотосинтеза не оказывает влияние движение устьиц;
    в) фотосинтез происходит в хлоропластах паренхимных клеток и в клетках проводящих пучков.
26. Выберите верное утверждение:
    а) реакции САМ – метаболизма имеют много общего с C_3 – путем фотосинтеза;
    б) при САМ – метаболизме образование малата осуществляется в клетках паренхимы, а реакция образования пирувата – в клетках обкладки;
    в) САМ – метаболизм ограничен во времени; малат образуется ночью, а пируват – днем.
27. В растительных клетках содержащих хлоропласты происходит процесс высвобождения CO_2 и поглощения O_2, который активируется светом, укажите название этого процесса.
    а) C_3 – путь фотосинтеза;
    б) C_4 – путь фотосинтеза;
    в) фотодыхание.
28. Какие внешние факторы снижают интенсивность фотосинтеза
    а) высокие концентрации O_2;
    б) высокие концентрации CO_2;
    в) небольшой водный дефицит.
29. Суточный ход фотосинтеза характеризуется снижением и усилением интенсивности. В каком интервале времени будет наблюдаться спад интенсивности процесса
    а) 9 – 12 часов;
    б) 13 – 15 часов;
    в) 16 – 17 часов.
30. В чем выражается космическая роль фотосинтеза
    а) снижение концентрации CO_2 в атмосфере;
    б) усиление парникового эффекта;
    в) накопление органической массы.

МОДУЛЬ IV. ДЫХАНИЕ

Необходимость затрат энергии для поддержания жизни. Внешнее и тканевое дыхание. Роль АТФ в энергетическом обмене. Процессы окисления в энергетическом обмене. Уравнение дыхания. Активация водорода в окислительном процессе. Вклад работ А.Н.Баха и В.И.Палладина в развитие теории химизма дыхания. Анаэробный и аэробный типы энергетического обмена, брожение и дыхание. Генетическая связь брожения и дыхания, работы С.П.Костычева. Анаэробная и аэробная фазы дыхания. Гликолиз, цикл Кребса, цепь переноса электронов. Окислительное фосфорилирование. Количество АТФ, образующейся в анаэробной и аэробной фазах дыхания. Механизм мембранного фосфорилирования. Теория П.Митчела. Сходство мембранного фосфорилирования в хлоропластах и митохондриях. Пентозофосфатный путь дыхания. Глиоксилатный цикл. Локализация процессов дыхания в клетке. Митохондрии, их структура и функции.

Дыхательный коэффициент. Связь между дыханием и продуктивностью растений. Регуляция дыхательного процесса.

Влияние экологических факторов на интенсивность дыхания. Дыхание при неблагоприятных условиях.

Контрольные вопросы

1.Какова биологическая роль дыхания. **2.** В чем сходство и различие процессов дыхания и фотосинтеза. **3.** Охарактеризуйте основные моменты теории химизма дыхания. **4.** Рассмотрите взаимосвязь дыхания и брожения. **5.** Укажите основные функции ферментов, участвующих в окислительно-восстановительных процессах. **6.** Укажите, как связаны между собой ультраструктура и функция митохондрий. **7.** Опишите судьбу атомов углерода, кислорода и водорода при распаде ПВК в процессе дыхания. **8.** Почему аэробное дыхание эффективнее анаэробного? **9.** Рассмотрите дополнительные способы окисления дыхательных субстратов. **10.** Через какое соединение осуществляется взаимодействие пентозофосфатного пути с циклом Кребса? **11.** Кратко охарактеризуйте функции цепи переноса электронов. **12.** Раскройте смысл теории хемиосмотического сопряжения. **13.** Какова роль фосфора в процессе дыхания? **14.** Какие реакции требуются для того, чтобы получить из молекулы глюкозы следующие соединения: фруктозу, сахарозу, глиоксиловую кислоту, крахмал, этиловый спирт? **15.** Охарактеризуйте дыхательный процесс как центральный механизм, связывающий между собой различные группы соединений – углеводы, органические кислоты, жиры и белки. **16.** Каким образом осуществляется регуляция дыхательных процессов? **17.** Растительные масла в наибольшем количестве присутствуют в семенах чаще всего в зародыше. В чем преимущества такого их местонахождения с точки зрения энергетических нужд растения? **18.** Рассмотрите возможные связи между низкой скоростью дыхания и действием экологических факторов.

Терминологический минимум

Дыхание, гликолиз, цикл Кребса, брожение, аэробное дыхание, анаэробное дыхание, глиоксилатный цикл, пентозофосфатный путь, окислительное фосфорилирование, цитохром, АТР-синтетаза, дыхательный коэффициент.

Контрольное задание

1. Опишите процесс анаэробного распада молекулы глюкозы до ПВК.
2. Проследите путь превращения ПВК в CO_2 и H_2O в цикле Кребса
3. Укажите сходство и различие между аэробным и анаэробным дыханием. Ответ представьте в виде таблицы.
4. Изобразите и поясните схему пентозофосфатного пути.
5. Укажите, на каком этапе глиоксилатного цикла образуется NADH.

Проверочный тест №4

1. Кем были заложены основы учения о роли кислорода в процессе дыхания
   а) Дж. Пристли;
   б) А.Л. Лавуазье;
   в) А.Н. Бах.
2. На основании своих опытов В.И. Палладин разделил основное уравнение дыхания на две части – аэробную и анаэробную. Укажите, какое из ниже приведенных уравнений соответствует анаэробной части.
   а) $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O$;
   б) $C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 12R \longrightarrow 6CO_2 + 12RH_2$;
   в) $12RH_2 + 6O_2 \longrightarrow 12R + 12\ H_2O$.
3. Кто из ученых обосновал теорию о генетической связи дыхания и брожения, которые связаны между собой через пировиноградную кислоту
   а) С.П. Костычев;
   б) Б. Пфеффер;
   в) Э.Ф. Пфлюгер.
4. Укажите фермент, который участвует в окислении органических веществ в ходе дыхания, сопряженный с отнятием водорода.
   а) каталаза;
   б) инвертаза;
   в) дегидрогеназа.
5. О каком этапе аэробного дыхания идет речь: «процесс анаэробного распада 1 молекулы глюкозы с высвобождением энергии, конечным продуктом которого является пировиноградная кислота»
   а) гидролиз;
   б) цикл Кребса;
   в) глиоксилатный цикл.
6. Сколько всего молекул АТФ образуется в процессе гликолиза
   а) 2;
   б) 6;
   в) 8.
7. В анаэробных условиях пировиноградная кислота подвергается дальнейшим превращениям в ходе процесса брожения. Укажите конечный продукт этого процесса
   а) CO_2;
   б) C_2H_5OH;

в) H_2O.

8. Какое соединение является переносчиком электронов и протонов в процессе гликолиза
   а) NAD и NADH;
   б) пировиноградная кислота;
   в) АТР.
9. Как называется цикл клеточного дыхания, в котором происходит последовательное окисление ди- и трикарбоновых кислот до CO_2
   а) глиоксилатный цикл;
   б) пентозофосфатный путь;
   в) цикл Кребса.
10. В каком органоиде клетки проходит цикл Кребса
   а) в цитоплазме;
   б) в митохондриях;
   в) в хлоропластах.
11. Что происходит на первом этапе цикла Кребса
   а) образование лимонной кислоты;
   б) расщепление пировиноградной кислоты до ацетил – СоА;
   в) образование яблочной кислоты.
12. Каков энергетический выход цикла Кребса
   а) 14 молекул АТР;
   б) 15 молекул АТР;
   в) 30 молекул АТР.
13. Подсчитайте, сколько энергии накапливается в виде АТР при окислении 1 молекулы глюкозы в процессе клеточного дыхания, если известно, что энергия третьей сложноэфирной фосфатной связи АТР ровняется 41,87 кДж/ моль
   а) 1591 кДж/моль;
   б) 1256 кДж/моль;
   в) 335 кДж/моль.
14. Дайте название циклу, про который можно сказать, что он впервые был обнаружен у бактерий и плесневых грибов Г.Л. Корнбергом и Г.А. Кребсом, активно функционирует в прорастающих семенах масличных растений и в других растительных объектах, где запасные жиры превращаются в сахара. Первичным продуктом данного цикла является лимонная кислота, которая образуется из щавелевоуксусной кислоты и ацетил – СоА
   а) цикл Кребса;
   б) глиоксилатный цикл;
   в) пентозофосфатный путь.
15. В клетках растений наряду с гликолизом и циклом Кребса существует и другой важный способ катаболизма гексоз – пентозофосфатный путь. Основное назначение этого пути состоит в участии в пластическом обмене клеток. Укажите, сколько молекул NADPH и NADH образуется в ходе этого процесса
   а) 6;
   б) 12;
   в) 36.
16. Какие дыхательные процессы протекают только в отсутствии O_2
   а) глиоксилатный цикл;
   б) гликолиз;
   в) пентозофосфатный путь.
17. В каких дыхательных процессах не синтезируется АТР

а) цикл Кребса;
б) гликолиз;
в) пентозофосфатный путь.

18. Какой из ниже перечисленных факторов является ограничивающим в дыхательных циклах
    а) температура;
    б) количество дыхательного субстрата;
    в) наличие O_2.
19. Отношение количества молей выделяемого при дыхании CO_2 к количеству молей поглощенного O_2 называется дыхательным коэффициентом. В каком случае дыхательный коэффициент будет больше 1
    а) при окислении органических кислот;
    б) при окислении жирных кислот;
    в) при окислении сахаров.
20. Избыток, какого фактора, может снизить интенсивность дыхания
    а) минеральные вещества;
    б) CO_2;
    в) влажность.
21. На каком этапе вегетационного периода растений повышается интенсивность дыхания
    а) растущий лист;
    б) зрелый лист;
    в) желтеющий лист.

МОДУЛЬ V. ФИЗИОЛОГИЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

История учения о минеральном питании растений. Элементарный состав растения. Зольные элементы. Необходимые растению макро- и микроэлементы.

Поглощение ионов растительной клеткой. Ионный гомеостаз. Антагонизм ионов. Пассивный и активный транспорт ионов через мембрану клетки. Роль Na^+, K^+-АТФазы и H^+-АТФазы. Сопряженный транспорт различных ионов через мембрану.

Механизмы поглощения минеральных элементов корневой системой. Независимость поглощения ионов от поглощения воды. Соотношение активного и пассивного транспортов при поглощении катионов и анионов.

Корень как орган поглощения минеральных ионов и воды. Особенности роста корней. Роль разных тканей корня в поглощении минеральных ионов и их транспорте по растению. Влияние фотосинтеза и дыхания на поглотительную деятельность корней.

Азотный обмен растений. Пути ассимиляции аммиака и нитратов в растении. Роль глутаминовой кислоты и глутамина в биосинтезе аминокислот. Ассимиляция фосфора, серы, калия и других элементов минерального питания. Питание растений с помощью симбиотических организмов. Физиологические основы применения удобрений.

Синтетическая функция корневой системы растения. Особенности синтеза аминокислот, амидов, фитогормонов и алкалоидов. Экология минерального питания.

Контрольные вопросы

1. Некоторые питательные вещества считаются основными, так как они представляют собой составную часть главных органических молекул в растении. Приведите примеры важных органических молекул, в состав которых входят: а) азот, б) фосфор, в) сера. Какую функцию выполняют остальные основные элементы, которые не входят в структуру органических молекул? **2.** Проследите биохимические, метаболические пути молекул азота в растении, начиная с атмосферы и заканчивая их появлением в той или иной аминокислоте. **3.** В чем заключается структурообразовательная роль Ca и Mg в клетке? **4.** Растения пшеницы, выращиваемые в среде с дефицитом кремния, становятся высокочувствительными к поражению грибами. Можете ли вы из этого заключить, что кремния является основным элементом для пшеницы? Объясните свой ответ. **5.** Недостаток железа в почве вызывает хлороз ткани между жилками молодых листьев, тогда как недостаток азота обуславливает общее пожелтение старых листьев. Почему недостаток железа и азота влияет на ткани разного возраста? **6.** На листьях, какого яруса, в первую очередь обнаруживаются симптомы недостатка фосфора и калия? **7.** С какими физиологическими процессами наиболее тесно связана поглотительная деятельность корневой системы? **8.** Какие процессы обуславливают активное поглощение ионов? Назовите критерии, по которым активное поглощение отличается от пассивного. **9.** В чем

сущность апопластического и симпластического транспорта веществ в растении? **10.** Перечислите способы, с помощью которых можно определить степень обеспеченности данного растения основными минеральными элементами. **11.** Какие функциональные расстройства наблюдаются при избыточном и несбалансированном питании растений?

Терминологический минимум

Органогены, аммонификация, нитрификация, азотфиксация, аминирование, амидирование, обменная адсорбция, кажущееся свободное пространство, контактный обмен.

Контрольное задание

1. Укажите физиологическую и биохимическую роль микро- (Mn, Mo, Co, Cu, Zn, B) и макроэлементов (P, S, K, Ca, Mg, Fe, Si, Al) в жизни растений. Отметьте, в каких процессах данные минеральные вещества принимают участие, и к каким последствиям может привести их избыток и (или) недостаток. Ответ лучше дать в виде таблицы.

Проверочный тест №5

1. Кто впервые сформулировал теорию минерального питания
   а) Я.Б. ван Гельмонт;
   б) А. Тэер;
   в) Ю. Либих.
2. Укажите элемент, который относится к органогенам и является необходимым для нормального жизненного цикла растительного организма.
   а) C;
   б) Zn;
   в) P.
3. Какой элемент, среди других зольных элементов, растения поглощают больше всего
   а) P;
   б) K;
   в) S.
4. Какая группа элементов присутствует в концентрациях 0,001% и ниже от сухой массы тканей
   а) органогены;
   б) макроэлементы;
   в) микроэлементы.
5. Какие части растений наиболее богаты минеральными элементами
   а) корень;
   б) лист;
   в) стебель.
6. Как растения усваивают атмосферный азот
   а) благодаря перестройке внутренних биохимических процессов;
   б) благодаря симбиотической ассоциации с азотофиксирующими бактериями;
   в) благодаря симбиозу с другими растениями.
7. Укажите основной природный источник поступления фосфора в почву
   а) атмосферные осадки;
   б) выветривание почвообразующей породы;
   в) выделение корнями растений органических кислот.
8. Что такое сидерация?

а) обработка почвы высокоэффективным штаммом расы клубеньковых бактерий;
б) внесение в почву минеральных удобрений;
в) запахивание в почву зеленых растений, обычно бобовых.

9. С помощью какого механизма происходит поглощение ионов растительной клеткой
а) контактный обмен;
б) обменная адсорбция;
в) обменная десорбция.
10. Укажите главный фактор, определяющий доступность минеральных элементов почвы для растений.
а) кислотность почвенного раствора;
б) степень аэрированности в зоне корней;
в) возраст растений.
11. Как быстро установить недостаток того или иного элемента в растениях
а) по составу ксилемного сока;
б) по количеству накопленной биомассы;
в) методом листовой диагностики.
12. Какой фактор оказывает наибольшее влияние на интенсивность роста корней
а) содержание воды в почве;
б) концентрация минеральных соединений в почве;
в) температура окружающей среды.
13. Из группы представленных ниже удобрений укажите азотное
а) суперфосфат;
б) селитра;
в) «нитрагин».
14. Что такое бактериальное удобрение?
а) удобрение, в составе которого содержатся два или три питательных элемента;
б) органическое местное удобрение, например, торф, навоз или зола;
в) удобрение, применяемое для поддержания биологической активности почв.
15. Поглощение минеральных веществ в течение онтогенеза определяется биологическими особенностями растений. Укажите, в какую фазу вегетации у многих растений происходит усиленное усвоение минеральных веществ
а) в период развития проростков;
б) в период цветения и образования семян;
в) в конце вегетации.

МОДУЛЬ VI. ДАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ ВЕЩЕСТВ

Передвижение веществ по растению. Ближний и дальний транспорт веществ. Восходящий и нисходящий токи. Ксилема. Флоэма.

Состав ксилемного сока. Загрузка и разгрузка ксилемы. Регуляция ксилемного транспорта.

Основные элементы флоэмы. Загрузка флоэмы. Транспорт веществ по ситовидным трубкам. Теория перетекания растворов К.Мюнха. Разгрузка флоэмы. Регуляция флоэмного транспорта. Активация флоэмного транспорта.

Контрольные вопросы

1. Проследите путь иона калия по мере его продвижения из почвы к листу. Какие силы вовлечены в это движение? **2.** Вещества могут поступать в клетку различными путями. Каков механизм и каковы движущие силы: а) пассивного поступления положительно заряженного иона; б) активного поступления отрицательно заряженного иона? **3.** Из каких структурных элементов состоит флоэма и как эти элементы взаимодействуют между собой? **4.** Какой состав имеют флоэмный эксудат и ксилемный сок и какова их скорость передвижения по транспортной системе растения? **5.** Чем определяется направление транспорта органических и неорганических веществ по флоэме и ксилеме? **6.** Какое влияние оказывают фитогормоны на функционирование транспортной системы растения? **7.** В чем заключается основная концепция гипотезы К.Мюнха, объясняющей механизм флоэмного транспорта органических веществ в растениях? **8.** Как осуществляется перенос метаболитов от фотосинтезирующих клеток к сосудам флоэмы и от ситовидных трубок флоэмы к клеткам акцепторной зоны? **9.** Рост плода, например, яблока, зависит преимущественно от поступающих к нему продуктов фотосинтеза. Как можно увеличить размеры отдельного незрелого яблока по сравнению с остальными плодами на этом дереве? **10.** Какие факторы влияют на интенсивность передвижения органических и неорганических веществ в растениях?

Терминологический минимум

Ближний транспорт веществ, дальний транспорт веществ, нисходящий ток, восходящий ток, ксилема, флоэма, ксилемный сок, эксудат, ситовидные трубки, клетки-спутники.

Контрольное задание

1. Перечислите отличительные признаки транспорта неорганических веществ от транспорта органических веществ в растении. Укажите их сходство.

Проверочный тест №6

1. Какому типу транспорта веществ соответствует следующее определение: «Передвижение ионов, метаболитов и воды между органами в целом растении»
   а) ближний транспорт;

б) дальний транспорт;
в) радиальный транспорт.

2. Ксилемный сок в основном состоит из неорганических веществ. Укажите вещество, которое содержится в нем в наибольшем количестве
   а) калий;
   б) натрий;
   в) кальций.
3. Ксилема представляет собой совокупность различных гистологических элементов. Какой из ниже перечисленных элементов относится к ксилеме
   а) трахеиды;
   б) ситовидные трубки;
   в) клетки-спутники.
4. Загрузка и разгрузка ксилемы определяется некоторыми факторами. Укажите фактор, не оказывающий влияние на эти процессы
   а) гидростатическое давление в сосудах;
   б) аттрагирующее действие окружающих клеток;
   в) величина pH ксилемного сока.
5. Активность ксилемного транспорта непосредственно связана с энергетикой дыхания корневой системы. Какой экологический фактор может снизить эту активность
   а) повышение концентрации CO_2;
   б) повышение концентрации O_2;
   в) понижение температуры.
6. Флоэма, также как и ксилема состоит из нескольких типов клеток. Какой тип клеток входит в состав флоэмы
   а) трахеиды;
   б) сосуды;
   в) клетки-спутники.
7. Какую основную функцию выполняет выбранный Вами выше (в 6 вопросе) гистологический элемент во флоэме
   а) передаточную;
   б) запасающую;
   в) энергетическую.
8. Основной транспортной формой флоэмного эскудата (сока) служит сахароза. Однако в его состав наряду с такими органическими веществами, как витамины, фитогормоны, аминокислоты, входят и неорганические соли. Укажите, какой ион преобладает в эскудате
   а) калий;
   б) натрий;
   в) кальций.
9. Движущей силой передвижения флоэмной жидкости из одной клетки в другую является
   а) транспирация;
   б) гидростатическое давление в клетках флоэмы;
   в) аттрагирующее действие окружающих клеток.
10. Предполагается, что регуляция флоэмного транспорта может быть обусловлена транспортом ионов K^+, который активируется каким-то конкретным фитогормоном назовите его
    а) цитокинин;
    б) абсцизин;
    в) ауксин.

11. Транспорт ассимилятов по флоэме происходит за счет затраты энергии АТР. Какой физиологический процесс в этом задействован
    а) дыхание;
    б) фотосинтез;
    в) транспирация.

МОДУЛЬ VII. ФИЗИОЛОГИЯ РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ

Определение понятий «рост» и «развитие». Клеточные основы роста. Сигмоидная кривая роста, ее биологическая универсальность. Своеобразие роста растений, отличающее их от животных. Фазы деления, растяжения и дифференцировки клетки. Фаза растяжения — специфическая особенность клеток растений. Соотношение деления и растяжения клеток при росте разных органов растений в связи с их функциями. Регуляция клеточных делений у многоклеточных организмов.

Развитие растений. Деление онтогенеза на этапы. Регуляция перехода растений в генеративное состояние. Явление яровизации. Адаптивная роль яровизации. Явление фотопериодизма. Группы растений с различной фотопериодической реакцией, ее адаптивное значение. Детерминация пола. Старение растений. Теория Н.П.Кренке о циклическом старении и омоложении растений.

Морфогенез растений. Роль меристем при разного рода повреждениях, регенерации тканей и органов. Способы регенерации у растений. Периодичность роста. Состояние покоя у растений. Виды покоя: вынужденный и физиологический (глубокий). Условия выхода из состояния покоя. Адаптивная роль покоя, его значение для морозо-, жаро- и засухоустойчивости растений.

Фитогормоны. История формирования представлений о наличии фитогормональной регуляции в растениях. История открытия фитогормонов, их химическая природа, физиологическое действие и практическое применение. Особенности фитогормональной регуляции роста и морфогенеза разных органов растения и разных процессов роста и развития. Передвижение фитогормонов по растению.

Механизм действия фитогормонов. Специфика действия отдельных фитогормонов. Общие особенности регуляторного действия фитогормонов, сравнение их с другими веществами, участвующими в регуляции роста, развития и метаболизма растения (витамины, ингибиторы роста и другие). Практическое использование фитогормонов в растениеводстве. Синтетические регуляторы роста.

Движения растений. Тропизмы, нутации и настии их физиологические механизмы и адаптивная роль. Ростовые движения и тургорные обратимые движения. Эволюция способов движения.

Влияние факторов внешней среды на рост и развитие растений.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте сравнительное значение для роста проростка двух процессов – клеточного деления и растяжения клеток. **2.** Что такое дифференциация? Какого рода

влияния могли бы вызвать появление различий в клетках с одинаковым генотипом? **3.** Наиболее быстро удлиняющаяся часть корня расположена в нескольких миллиметрах от его кончика, тогда как зона максимальной интенсивности клеточного деления лежит гораздо ближе к кончику. Как это объяснить? **4.** Приведите основные положения теории циклического старения и омоложения растений. **5.** Приведите примеры способов регенерации у растений. Какое преимущество это дает растениям. **6.** Объясните, почему клеточная стенка играет такую важную роль в процессе роста клетки. Что происходит с клеточной стенкой в период роста и какое влияние на нее оказывает ауксин? **7.** Объясните, почему корни растений растут вниз, а стебли вверх. **8.** Обсудите роль увеличения размеров клеток в росте растения. Каким образом водный режим влияет на этот процесс? **9.** Если с отрезков калеоптиля удалить эпидермис и поместить их в водный раствор при pH 5, то они удлиняются так же, как будто, в растворе присутствует ауксин. **10.** Какое значение в регуляции роста и развития растений имеют гиббереллины? **11.** Почему карликовые фенотипы реагируют на гиббереллин, а высокорослые – нет? **12.** Перечислите функции цитокининов в растении. В каком органе растения они содержаться в высокой концентрации? **13.** Как различить между собой ауксин, цитокинин и гиббереллин, используя для этого биотесты? **14.** Каким образом этилен влияет на рост и развитие растений? **15.** Объясните, каким образом в закрытой бочке, наполненной яблоками, гниение одного яблока вызывает созревание всех остальных. **16.** Какова физиологическая роль абсцизовой кислоты в развитии растений? **17.** Содержание абсцизовой кислоты в некоторых листьях быстро возрастает после их обезвоживания. Почему это происходит? **18.** Для чего используются синтетические регуляторы роста. **19.** Фотопериод для различных растений варьирует в зависимости от широты местности, где они растут. В чем состоит экологическое значение этого факта? **20.** Чем различается зависимость инициации цветения от низких температур и от длины дня? **21.** Чем отличаются друг от друга тропизмы и настии? **22.** Как участвует ауксин в тропизмах? **23.** Одни типы движения у растений связаны со стойкими изменениями размеров и формы клетки, а другие – с полностью обратимыми изменениями. Приведите примеры этих типов движения. **24.** Какое адаптивное значение может иметь быстрое движение у мимозы стыдливой? **25.** Опишите схему эволюции всех форм движения у растений.

Терминологический минимум

Онтогенез, рост, развитие, дифференцировка, тотипотентность, инициация цветений, детерминация пола, индукция, эвокация, яровизация, фотопериодизм, морфогенез, вынужденный покой, физиологический покой, регенерация, фитогормоны, ауксин, цитокинин, гиббереллин, этилен, абсцизины, нутации, тропизмы, настии, таксисы.

Контрольное задание

1. Охарактеризуйте основные этапы онтогенеза высших растений.
2. Приведите примеры ростовых движений.
3. Приведите примеры быстрых и медленных тургорных движений.

Проверочный тест №7

1. Что такое онтогенез?
   а) необратимое увеличение размеров и массы клетки, органа или всего организма, связанное с новообразованием элементов их структур;

б) индивидуальное развитие организма от зиготы (или вегетативного зачатка) до старения и смерти;

в) качественные изменения в структуре и функциональной активности растения и его частей (органов, тканей и клеток).

2. С каким гормоном связан переход семян в состояние покоя
   а) абсцизовая кислота;
   б) ауксин;
   в) цитокинин.
3. Какой этап онтогенеза характеризуется началом прорастания семян или органов вегетативного размножения и характеризуется быстрым накоплением вегетативной массы
   а) эмбриональный;
   б) ювенильный;
   в) старости и отмирания.
4. Какой гормон способен замедлить старение растений
   а) абсцизовая кислота;
   б) этилен;
   в) цитокинин.
5. Укажите, с каким фактором, связано явление этиоляции
   а) отсутствие света;
   б) отсутствие хлорофилла;
   в) отсутствие минерального питания.
6. Укажите факторы являющиеся причиной вынужденного покоя почек и побегов
   а) климатические условия;
   б) морфологическая недоразвитость эндосперма;
   в) физиологическое состояние зародыша.
7. С помощью какого приема можно искусственно вывести почки из состояния покоя
   а) высокая температура;
   б) поранение;
   в) затенение.
8. На Ваш взгляд, что является главным эндогенным фактором, влияющим на рост, морфогенез, регенерацию и развитие растений
   а) температура;
   б) механическое воздействие;
   в) фитогормоны.
9. О каком типе ростового движения идет речь: «обратимые движения (изгибы) органов с дорсивентральным строением в ответ на изменение диффузно действующих факторов внешней среды (например, открывание и закрывание цветков при смене дня и ночи)
   а) настии;
   б) тропизмы;
   в) таксисы.
10. Какой из предложенных вариантов определений соответствует явлению нутации
    а) перемещение всего организма в пространстве под влиянием односторонне действующих факторов (раздражителей);

    б) круговые или колебательные движения органов растений, в ряде случаев имеющие эндогенный (автономный) характер;

    в) ростовые движения растений, обусловленные изгибанием или искривлением органов в ответ на фактор среды, действующие односторонне.
11. Какое явление относится к категории тропизма

а) рост пыльцевой трубки по направлению к зародышевому мешку;
б) закрывание соцветий одуванчика в пасмурную погоду;
в) вьющийся стебель хмеля.

МОДУЛЬ VIII. УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ К НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ ФАКТОРАМ СРЕДЫ

Представление о стрессе и стрессорах. Три фазы стрессовой реакции растений. Неспецифические и специфические механизмы устойчивости к повреждающим факторам внешней среды. Механизмы адаптации растений на клеточном, организменном и популяционном уровнях. Различные виды устойчивости: к засухе, перегреву, низким температурам, морозоустойчивость, солеустойчивость, газоустойчивость, радиоустойчивость. Устойчивость к инфекционным болезням и механизмы защиты от патогенов (механические, фитонциды и фитоалексины, реакция сверхчувствительности).

Контрольные вопросы

1. Дайте объяснение понятиям стресс и адаптация. **2.** Укажите основные положения теории стресса. **3.** Перечислите факторы, способные вызвать стресс у растений. **4.** Какие специфические и неспецифические воздействия оказывают стрессоры на клетки и ткани растений. **5.** Чем отличаются механизмы стресса на клеточном и организменном уровнях? **6.** Каким образом засуха оказывает влияние на растительные организмы. **7.** Что такое БТШ? **8.** Какие приспособления вырабатываются у растений в условиях нехватки воды? **9.** Перечислите признаки суккулентности и ксероморфности. **10.** Какими физиолого-биохимическими особенностями отличаются холодостойкие и морозоустойчивые растения? **11.** Каковы основные причины гибели клеток при низких температурах? **12.** Какими приспособительными механизмами обладают растения, позволяющие им выживать при действии низких температур? **13.** Что такое криопротекторы? **14.** Как сделать растение более устойчивым к воздействию низких температур? **15.** Нарушение, каких физиологических процессов вызывает засоление? **16.** Какие факторы оказывают влияние на газоустойчивость растений? **17.** Каковы пути поступления газообразных загрязнителей в растения? **18.** Укажите адаптивные механизмы растений в условиях аэротехногенного воздействия. **19.** На какие структуры клеток действуют радионуклиды, и к каким изменениям они приводят? **20.** Чем отличается прямое и косвенное действие радиации на живые организмы? **21.** Перечислите типичные реакции растений на облучение. **22.** Какие механизмы устойчивости выработались у растений на действие радиации? **23.** Дайте определение и перечислите виды устойчивости растений к болезням. **24.** В чем заключаются особенности конституционного и индуцированного механизмов устойчивости? **25.** Какова роль фитоалексинов в устойчивости растений к патогенам? **26.** Какова основная функция реакции сверхчувствительности?

Терминологический минимум

Стресс, адаптация, стрессоры, ответная реакция, устойчивость, механизмы адаптации, засухоустойчивость, белки теплового шока, ксерофиты, суккуленты, холодостойкость, морозоустойчивость, криопротекторы, закаливание, солеустойчивость, галофиты, газоустойчивость, газочувствительность, радиоустойчивость, радиочувствительность, радиопротекторы, патогены, устойчивость к патогенным микроорганизмам, фитонциды, фитоалексины, реакция сверхчувствительности, элиситоры, супрессоры.

Контрольное задание

1. Опишите общие принципы физиологии стресса.
2. Какие приспособления вырабатываются у растительного организма в условиях водного дефицита, низких температур, засоления, действия токсичных газов, радиации и патогенных микроорганизмов. **Ответ представить в виде таблицы.**

Проверочный тест №8

1. Какому понятию соответствует следующее определение: «совокупность всех неспецифических изменений, возникающих в организме под влиянием любых сильных воздействий, включающих перестройку защитных сил организма»
    а) адаптация;
    б) стресс;
    в) надежность организма.
2. Как называется вторая фаза стрессовой реакции растительного организма
    а) адаптация;
    б) истощение ресурсов надежности;
    в) первичная стрессовая реакция.
3. Факторы, способные вызвать стресс у растительного организма делят на три основные группы: физические, химические и биологические. Укажите из ниже представленных вариантов химический стрессор
    а) радиоактивное излучение;
    б) ксенобиотики;
    в) температура.
4. Укажите первичный неспецифический эффект, происходящий в клетках растений при сильном действии стрессора
    а) синтез стрессовых белков;
    б) увеличение концентрации пролина;
    в) сдвиг pH цитоплазмы в кислую сторону.
5. Укажите пример механизма стресса и адаптации на популяционном уровне
    а) усиление поглощения кислорода;
    б) отбор;
    в) увеличение концентрации этилена и АБК.
6. Назовите биохимические механизмы защиты растительного организма в период засухи
    а) синтез криопротекторов;
    б) синтез низкомолекулярных гидрофильных белков;
    в) синтез фитоалексинов.
7. Какое приспособление вырабатывается у растений к перенесению низких температур
    а) увеличение в составе мембран ненасыщенных жирных кислот;
    б) повышение проницаемости мембран;
    в) усиление гидролитических процессов.
8. Растения, приспособленные к существованию в условиях избыточного засоления, называются
    а) эфемеры;
    б) мезофиты;
    в) галофиты.
9. При хлоридном засолении растения приобретают черты

а) ксероморфности;
б) суккулентности;
в) не меняются.

10. Для газоустойчивости существенна способность растений
а) поддерживать буферность цитоплазмы;
б) регулировать поступление кислорода;
в) повышать проницаемость мембран.

11. Типичной реакцией растений на облучение является
а) ксероморфность;
б) опушенность листьев;
в) изменение в ростовых процессах.

12. Устойчивость растений к болезням основана на разнообразных механизмах защиты. Укажите один из них
а) уменьшение размеров и количества листьев;
б) гипертрофия органов;
в) отложение воска на поверхности листьев.

13. Что такое элиситоры
а) ответная реакция растительного организма на внедрение патогена, способствующая его быстрой гибели в месте контакта;
б) вещества находящиеся на поверхности иммобилизованного паразита, узнаваемые системами растения-хозяина;
в) низкомолекулярные антибиотические вещества высших растений, возникающие в растении в ответ на контакт с патогенами.

ПЛАН САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

Модуль	Блоки				Форма работы	Форма контроля
	I		II	III		
	КВ	Т	КЗ	КР		
I. Строение и функциональные системы растительного организма	+	+	+		Работа с учебниками, проработка лекционного материала, подготовка контрольных вопросов, выполнение контрольного задания, подготовка к тестированию	Проверка письменного задания, тестирование, устный опрос
II. Физиология водообмена растений	+	+	+		Работа с учебниками, проработка лекционного материала, подготовка контрольных вопросов, выполнение контрольного задания, подготовка к тестированию, лабораторным занятиям и семинару	Проверка письменного задания, тестирование, устный опрос
III. Фотосинтез	+	+	+		Работа с учебниками, проработка лекционного материала, подготовка контрольных вопросов, выполнение контрольного задания, подготовка к тестированию, лабораторным занятиям и семинару	Проверка письменного задания, тестирование, устный опрос
IV. Дыхание	+	+	+		Работа с учебниками, проработка лекционного материала, подготовка контрольных вопросов, выполнение контрольного задания, подготовка к тестированию, лабораторным занятиям и семинару	Проверка письменного задания, тестирование, устный опрос

V. Физиология минерального питания	+	+	+		Работа с учебниками, проработка лекционного материала, подготовка контрольных вопросов, выполнение контрольного задания, подготовка к тестированию, лабораторным занятиям и семинару	Проверка письменного задания, тестирование, устный опрос
VI. Дальний транспорт веществ	+	+	+		Работа с учебниками, проработка лекционного материала, подготовка контрольных вопросов, выполнение контрольного задания, подготовка к тестированию	Проверка письменного задания, тестирование
VII. Физиология роста и развития растений	+	+	+		Работа с учебниками, проработка лекционного материала, подготовка контрольных вопросов, выполнение контрольного задания, подготовка к тестированию, лабораторным занятиям и семинару	Проверка письменного задания, тестирование, устный опрос
VIII. Устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды	+	+	+		Работа с учебниками, проработка лекционного материала, подготовка контрольных вопросов, выполнение контрольного задания, подготовка к тестированию	Проверка письменного задания, тестирование
Подготовка к экзамену				+	Работа с учебниками, проработка лекций, записей, сделанных во время самостоятельной работы, материалов семинарских и лабораторных занятий, подготовка к итоговому тестированию	Итоговое тестирование по всему материалу курса, защита контрольной работы

Примечание. КВ – контрольные вопросы; Т – тестирование; КЗ – контрольное задание; КР – контрольная работа.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И ТЕМАТИКА КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом студенты, изучающие предмет «Физиология растений» выполняют контрольную работу. Студенты обязаны показать свое умение самостоятельно анализировать имеющуюся информацию и применять ее при освещении теоретических вопросов и при решении задач поставленных преподавателем.

Контрольная работа призвана содействовать усвоению теоретических знаний и приобретению навыков применения конкретных знаний в практической деятельности.

Для выполнения задания контрольной работы необходимо предварительное усвоение основных теоретических положений курса «Физиология растений». В этих целях следует изучить лекционный материал, специальные учебные пособия, а также проработать лабораторный практикум.

Контрольная работа требует полного анализа и оценки раскрываемой темы. Ответ должен носить элементы творческого, исследовательского характера, содержать введение и определенные рекомендации и выводы.

Объем контрольной работы должен составлять в пределах 15-20 страниц машинописного текста. В конце работы следует указать полный перечень использованной литературы. Контрольная работа подписывается студентом с отметкой даты ее выполнения и представляется в сроки, указанные преподавателем. Это дает возможность студенту своевременно получить отрецензированную работу и учесть замечания и недостатки при подготовке и защите контрольной работы. Студентам, которым контрольная работа возвращена из-за несоответствия предъявленным требованиям, должны устранить недостатки и представить работу на повторное рецензирование.

Вариант 1.
Тема: ВОДНЫЙ РЕЖИМ РАСТЕНИЙ

Примерный план
1. Значение воды в жизнедеятельности растений
2. Водный обмен растительных клеток
3. Водный баланс растения
4. Водный обмен у растений различных экологических групп

Литература
1, 2, 5, 6, 9, 11, 15, 18, 19.

Примечание: здесь и далее указаны номера литературных источников из общего списка.

Вариант 2.
Тема: ПУТИ СВЯЗЫВАНИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА
(ТЕМНОВЫЕ РЕАКЦИИ ФОТОСИНТЕЗА)

Примерный план
1. C_3-путь фотосинтеза
2. C_4-путь фотосинтеза
3. CAM-метаболизм
4. Фотодыхание и метаболизм гликолевой кислоты

Литература
1, 2, 3, 5, 6, 10, 11, 12, 17, 19.

Вариант 3.
Тема: СВЕТОВАЯ ФАЗА ФОТОСИНТЕЗА

Примерный план
1. Строение хлоропластов
2. Пигменты хлоропластов
3. Отличительные особенности клеток растений от бактериальных и животных клеток

Литература
1, 2, 3, 5, 6, 10, 11, 12, 17, 19.

Вариант 4.
Тема: ПИГМЕНТЫ ХЛОРОПЛАСТОВ И ИХ РОЛЬ
В ПРОЦЕССЕ ФОТОСИНТЕЗА

Примерный план
1. Пигменты хлоропластов
2. Структура и свойства хлорофиллов
3. Структура и свойства каротиноидов и фикобилинов
4. Роль пигментов в процессе фотосинтеза

Литература
1, 2, 3, 5, 6, 10, 11, 12, 17, 19.

Вариант 5.
Тема: ФУНКЦИИ РАЗНЫХ ФИТОГОРМОНОВ
В РЕГУЛЯЦИИ РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ

Примерный план
1. Гормональная система регуляции
2. Физиологическая и биохимическая роль гормонов, стимулирующих рост и развитие растений (ауксин, цитокинин, гиббереллин)
3. Физиологическая и биохимическая роль гормонов, ингибирующих рост и развитие растений (абсцизины, этилен)

Литература
1, 2, 3, 5, 6, 8, 11.

Вариант 6.
Тема: КЛЕТОЧНЫЕ МЕМБРАНЫ И ИХ РОЛЬ В ЖИЗНИ КЛЕТКИ

Примерный план
1. Строение и функции биологических мембран
2. Участие мембран в осмотическом поступлении воды в клетку
3. Участие мембран в процессе фотосинтеза и дыхания

Литература
1-6, 8, 9, 11, 14, 19.

Вариант 7.
Тема: АЗОТНЫЙ ОБМЕН РАСТЕНИЙ

Примерный план
1. Различные способы фиксации азота
2. Редукция нитратов
3. Пути ассимиляции аммиака

Литература
1, 2, 3, 5, 6, 7, 10, 11, 13, 18, 19.

Вариант 8.
Тема: МЕХАНИЗМЫ ЗАЩИТЫ И УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ К ПАТОГЕННЫМ МИКРООРГАНИЗМАМ

Примерный план
1. Физиология стресса
2. Характеристика возбудителей болезней
3. Механизмы защиты растений

Литература
1, 2, 3, 5, 6, 11, 15, 16, 18.

Вариант 9.
Тема: ГЕТЕРОТРОФНЫЙ СПОСОБ ПИТАНИЯ У РАСТЕНИЙ

Примерный план
1. Паразиты
2. Насекомоядные растения
3. Питание за счет собственных органических веществ

Литература
1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 13.

Вариант 10.
Тема: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ОНТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДЫХАНИЯ

Примерный план
1. Общие принципы процесса дыхания
2. Зависимость дыхания от факторов внешней и внутренней среды
3. Изменение интенсивности дыхания в онтогенезе

Литература
1, 2, 3, 5, 6, 9, 11, 15, 18, 19.

Вариант 11.
Тема: ВТОРИЧНЫЙ МЕТАБОЛИЗМ РАСТЕНИЙ

Примерный план
1. Терпены
2. Фенолы
3. Азотсодержащие соединения
4. Локализация вторичных метаболитов

Литература
1, 2, 3, 5, 6, 11, 16.

Вариант 12.
Тема: ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП

Примерный план
1. Адаптивные признаки структуры листа
2. Фотосинтетическая активность растений
3. Экологические группы растений по отношению к свету

Литература
1, 2, 3, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 17, 19.

Вариант 13.
Тема: МЕТАБОЛИЗМ ГОРМОНОВ СТРЕССА И ИХ РОЛЬ В РЕГУЛЯЦИИ РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ

Примерный план
1. Физиология стресса
2. Разнообразие гормонов стресса
3. Основные пути синтеза гормонов стресса
4. Роль гормонов стресса в жизни растений

Литература
1, 2, 3, 5, 6, 8, 11, 16.

Вариант 14.
Тема: СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ТРАНСГЕННЫХ СОРТОВ РАСТЕНИЙ. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРАНСГЕНОВ В РЕШЕНИИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Примерный план
1. Особенности трансгенных растений
2. Способы получения трансгенных растений
3. Роль трансгенных растений в современном мире

Литература
1, 2, 3, 5, 6, 11, 18.

Вариант 15.

Тема: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТЕНИЙ В КОСМИЧЕСКОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ

Примерный план
1. Рост растений в отсутствии гравитации
2. Поведение растений в космосе
3. Космическое растениеводство

Литература
1, 2, 3, 5, 6, 11.

Вариант 16.

Тема: МЕХАНИЗМ ЗАЩИТЫ И УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ К ЭКСТРЕМАЛЬНЫМ ФАКТОРАМ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ

Примерный план
1. Физиология стресса
2. Характеристика экстремальных факторов среды
3. Механизмы защиты растений к экстремальным факторам среды

Литература
1, 2, 3, 5, 6, 11, 15, 16, 18.

Вариант 17.

Тема: МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ ЦВЕТЕНИЯ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ

Примерный план
1. Фотопериодический контроль роста и развития растений
2. Яровизационный контроль роста и развития растений
3. Использование внешних факторов в практике формирования пола у высших растений

Литература
1, 2, 3, 5, 6, 11, 16.

Вариант 18.

Тема: МЕХАНИЗМЫ И СПОСОБЫ ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛОВ В РАСТЕНИЯХ В ОТВЕТ НА ВНЕШНЕЕ РАЗДРАЖЕНИЕ

Примерный план
1. Типы электрических сигналов у растений
2. Механизмы генерации и пути распространения потенциалов действия у растений
3. Роль потенциалов действия у высших растений

Литература
1, 2, 3, 5, 6, 11, 16.

Вариант 19.

Тема: РОЛЬ ФОТОДЫХАНИЯ В ПРОДУКЦИОННОМ ПРОЦЕССЕ

Примерный план
1. Фотодыхание и метаболизм гликолевой кислоты
2. Связь фотодыхания с другими метаболическими процессами
3. Регуляция фотодыхания
4. Роль фотодыхания в жизнедеятельности растений

Литература
1, 2, 3, 5, 6, 10, 11, 12, 17, 19.

Вариант 20.

Тема: СТВОЛОВЫЕ КЛЕТКИ РАСТЕНИЙ,
ИХ РОЛЬ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Примерный план
1. Источники стволовых клеток
2. Биомедицина и стволовые клетки
3. Перспективы использования стволовых клеток в медицинской практике

Литература
1, 2, 5, 6, 8, 11.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная:

1. Кузнецов Вл.В., Дмитриева Г.А. Физиология растений. М., Высшая школа, 2006.
2. Медведев С.С. Физиология растений. СПб.: Изд-во СПб. ун-та, 2004.
3. Полевой В.В. Физиология растений. М., Высшая школа, 1989.
4. Практикум по физиологии растений (под ред. Иванова В.Б.). М., Академия, 2001.
5. Физиология растений (под ред. Ермакова И.П.). М., Академия, 2007.
6. Strasburger. Ботаника. Т.2. Физиология растений. М., Академия, 2008.

Дополнительная:

7. Артамонов В.И. Занимательная физиология растений. – М.: Агропромиздат, 1991.
8. Албертс Б. и др. Молекулярная биология клетки. В 3-х тт., М., Мир, 1994.
9. Грин Р., Стаут У., Тейлор Д. Биология. В 3-х тт. М., Мир, 1990.
10. Гэлстон А., Девис П., Сэттер Р. Жизнь зеленого растения. М., Мир, 1983.
11. Журналы «Физиология растений». – М.: Наука, МАИК Наука/Интерпериодика.
12. Мокроносов А.Т., Гавриленко В.Ф. Фотосинтез. Физиолого-экологические и биохимические аспекты. М., изд. МГУ, 1992.
13. Полевой В.В., Саламатова Т.С. Физиология роста и развития растений. Л., изд. ЛГУ, 1991.
14. Рейвн П., Эверт Р., Айкхорн С. Современная ботаника. В 2-х тт. Т.1. – М.: Мир, 1990.
15. Усманов И.Ю., Рахманкулова З.Ф., Кулагин А.Ю. Экологическая физиология растений: Учебник. – М.: Логос, 2001.
16. Шакирова Ф.М. Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и ее регуляция. – Уфа: Гилем, 2001.
17. Эдвардс Дж., Уокер Д. Фотосинтез C_3- и C_4 растений: механизмы и регуляция. М., Мир, 1986.
18. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений (под ред. Н.Н. Третьякова). М., Колос, 2000.
19. Якушкина Н.И. Физиология растений. 2-е изд. М., Просвещение, 1993.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ

1. Структурная организация растительной клетки
2. Функциональные системы растительного организма
3. Внутриклеточная регуляция
4. Межклеточная регуляция
5. Организменный уровень регуляции
6. Значение воды в жизнедеятельности растений
7. Водный обмен растительных клеток
8. Осмотическое поступление воды в клетку
9. Водный потенциал клетки
10. Клетка как осмотическая система
11. Транспорт воды в системе «почва – растение – атмосфера»
12. Корневое давление
13. Транспирация
14. Экология водообмена растений
15. Общее представление о фотосинтезе
16. Структурная организация фотосинтетического аппарата
17. Хлорофиллы
18. Каротиноиды
19. Фикобилины
20. Компоненты электронтранспортной цепи фотосинтеза
21. Циклический транспорт электронов
22. Нециклический транспорт электронов
23. Фотолиз воды
24. Фотофосфорилирование
25. C_3-путь фотосинтеза (Цикл Кальвина)
26. C_4-путь фотосинтеза (Цикл Хетча – Слэка)
27. Фотосинтез по типу толстянковых (САМ-метаболизм)
28. Фотодыхание
29. Экология фотосинтеза
30. Общие принципы процесса дыхания. Типы окислительно-восстановительных реакций
31. Гликолиз
32. Цикл ди- и трикарбоновых кислот (Цикл Кребса)
33. Глиоксилатный цикл
34. Пентозофосфатный путь окисления глюкозы
35. Анаэробное и аэробное дыхание
36. Дыхательная электронтранспортная цепь
37. Механизм образования АТФ в ходе дыхания согласно хемиосмотической теории сопряжения
38. Механизмы регуляции дыхания у растений
39. Экологические аспекты дыхания

40. Потребность растений в элементах минерального питания
41. Фиксация азота
42. Редукция нитратов
43. Ассимиляция аммиака
44. Биохимическая и физиологическая роль микроэлементов в растении
45. Биохимическая и физиологическая роль макроэлементов в растении
46. Механизм поглощения ионов
47. Транспорт ионов в растении
48. Метаболизм корней
49. Экология минерального питания
50. Ксилемный транспорт
51. Флоэмный транспорт
52. Этапы онтогенеза высших растений
53. Способы движения у растений
54. Способы регенерации у растений
55. Влияние факторов внешней среды на рост и развитие растений
56. Ростовые движения
57. Тургорные движения
58. Физиология стресса
59. Засухоустойчивость и устойчивость к перегреву
60. Устойчивость растений к низким температурам
61. Солеустойчивость
62. Газоустойчивость
63. Радиоустойчивость
64. Устойчивость растений к патогенным микроорганизмам

ОТВЕТЫ НА ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Проверочный тест №1

Ответы								
1б	2в	3б	4а	5в	6а	7б	8в	9б
10в	11а	12б	13в	14а	15б	16б	17а	

Проверочный тест №2

Ответы											
1б	2в	3б	4б	5а	6б	7в	8б	9в	10а	11б	12а
13в	14в	15б	16б	17в	18б	19в	20а	21а	22в	23б	

Проверочный тест №3

Ответы														
1а	2в	3б	4в	5а	6а	7в	8а	9б	10а	11а	12б	13	14а	15а
16а	17б	18в	19в	20в	21а	22б	23в	24а	25в	26в	27в	28а	29б	30в

Проверочный тест №4

Ответы										
1а	2б	3а	4в	5а	6в	7б	8а	9в	10б	11б
12в	13в	14б	15б	16б	17в	18а	19а	20б	21а	

Проверочный тест №5

Ответы							
1в	2а	3б	4в	5б	6б	7б	8в
9б	10а	11в	12а	13б	14в	15б	

Проверочный тест №6

Ответы					
1б	2а	3а	4в	5а	6в
7в	8а	9б	10в	11б	

Проверочный тест №7

Ответы					
1б	2а	3б	4в	5а	6а
7б	8в	9а	10а	11а	

Проверочный тест №8

Ответы						
1б	**2а**	**3б**	**4в**	**5б**	**6б**	**7а**
8в	**9б**	**10а**	**11в**	**12в**	**13б**	

СОДЕРЖАНИЕ

Модуль I. Строение и функциональные системы растительного организма	5
Модуль II. Физиология водообмена растений	8
Модуль III. Фотосинтез	12
Модуль IV. Дыхание	17
Модуль V. Физиология минерального питания	21
Модуль VI. Дальний транспорт веществ	24
Модуль VII. Физиология роста и развития растений	27
Модуль VIII. Устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды	31
План самостоятельной работы студентов по физиологии растений	34
Методические указания и тематика контрольных работ	37
Список рекомендуемой литературы	44
Примерный перечень вопросов к экзамену	45
Ответы на тестовые задания	47

Лиц. на издат. деят. Б848421 от 03.11.2000 г. Подписано в печать 06.03.2019.
Формат 60Х84/16. Компьютерный набор. Гарнитура Times New Roman.
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. – 5,0. Уч.-изд. л. –4,8.
Тираж 100 экз. Заказ №

ИПК БГПУ 450000, г.Уфа, ул. Октябрьской революции, 3а

МИНПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. М. АКМУЛЛЫ»

Л.М. Сафиуллина

ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ

РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ

УФА 2020

УДК 574/577
ББК 28.080.1

Печатается по решению редакционно-издательского совета

Башкирского государственного педагогического университета им.

М.Акмуллы

Сафиуллина Л.М., Общая экология: рабочая тетрадь / Л.М. Сафиуллина – Уфа: Изд-во БГПУ, 2020. – 87 с.

Пособие предназначено для бакалавров дневной формы обучения направления «Биология» профиля «Биоэкология» и «Генетика» 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 «Общая и социальная экология».

Рабочая тетрадь предназначена для систематизации знаний студентов по дисциплине «Общая и социальная экология», организации самостоятельной работы и самоконтроля полученных знаний при подготовке к зачету и экзамену.

Настоящая рабочая тетрадь представляет собой сборник практических заданий и тестов в соответствии с современными образовательными стандартами высшего образования. Она содержит различные задания, в том числе в виде таблиц, схем, графиков и рисунков, а также вопросы для контрольной работы по всему учебному курсу.

Предназначено для преподавателей, студентов, учителей и учащихся.

© Сафиуллина Л.М.
© Издательство БГПУ им. М. Акмуллы, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Этапы становления экологии как науки……..... 4
Среды жизни. Экологические факторы. Адаптации…….…..... 10
Популяции и сообщества……...…….. 28
Биоценоз. Экосистемы…….....……...…….. 46
Биосфера…….....… 72
Литература……. 85

ЭТАПЫ СТАНОВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИИ КАК НАУКИ

1. Заполните таблицу «Вклад ученых в экологическую проблематику»:

I. Зарождение и становление экологии как науки (… – до 60-х гг. XIX века)		
Ученый	***Годы жизни***	***Наименование трудов и исследований ученых, вклад в экологию***
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
II. Оформление экологии в самостоятельную отрасль знаний (60-е гг. XIX в. – 50-е гг. XX в.)		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
III. ***Современный этап – превращение экологии в комплексную науку***		

(50-е гг. XX в. – до н.в.)		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

2. Назовите главный закон экологии, который был назван в 1960 году Б.Коммонером?_____

3. Экология как самостоятельная наука сформировалась в 20 веке. Правильно ли утверждение, что экологические знания накапливались с древнейших времен? Свой ответ обоснуйте.

_____
_____
_____
_____
_____

4. Кем был впервые воспроизведен в русской научной литературе термин «экология»_____

5. Как изменялся характер воздействия людей на природу на разных этапах развития человеческого общества?

_____
_____
_____
_____
_____

6. Чем отличаются представления о круговороте веществ А. Лавуазье и К. Линнея?

_____
_____
_____

7. Чем отличаются первоначальные и современные определения экологии как науки? Чем обусловлены эти различия?

_____
_____
_____

8. Тест по теме «История развития экологии»

1. В Древнем мире идеи о влиянии факторов среды на здоровье людей выдвинул:

а) Аристотель;
б) Гиппократ;
в) Платон.

2. Создателем первой классификации животных по образу жизни и способу питания является:

а) Аристотель;
б) Гиппократ;
в) Платон

3. В эпоху Возрождения толчком к развитию наук о природе послужили:

а) совершенствование научной методологии;
б) технический прогресс;
в) открытие новых земель.

4. Основателем научной систематики животных и растений является:

а) А. Гумбольдт;
б) Ж. Ламарк;
в) К. Линней.

5. Одним из первых естествоиспытателей, указывавших на существующее в природе единство среды и организмов, был:

а) А. Гумбольдт;
б) Ж. Ламарк;
в) К. Линней.

6. Основоположником учения об эволюции видов растений и животных является:

а) Э. Геккель;

б) Э. Зюсс;
в) Ч. Дарвин.

7. Основателем экологии как науки является:
а) Э. Геккель;
б) Э. Зюсс;
в) Ч.Дарвин.

8. Понятие о биоценозе в науку ввел:
а) В.В. Докучаев;
б) Э. Зюсс;
в) К. Мебиус.

9. Необходимость комплексных исследований природных систем обосновал:
а) В. В. Докучаев;
б) Г. Н. Морозов;
в) В. Н. Сукачев.

10. Экологические школы ботаников, зоологов, гидробиологов оформились:
а) в конце XIX века;
б) в начале XX века;
в) в середине XX века.

11. Термин «биосфера» был предложен в 1875 г.:
а) Ж.–Б. Ламарком;
б) Э. Зюссом;
в) В. И. Вернадским.

12. Учение о биосфере было создано:
а) Ж.–Б. Ламарком;
б) Э. Зюссом;
в) В. И. Вернадским.

13. Создание социально-экономической концепции биосферы связано с именем:
а) Э. Зюсса;
б) В. И. Вернадского;
в) Э. Леруа.

14. Когда начался третий этап развития науки экологии?
а) примерно в XIIX веке;

б) из середины XIX века;
в) по завершению второй мировой войны.

15. Термин "экосистема" в науку ввел:
а) В.И. Вернадский;
б) В.Н. Сукачев;
в) А. Тэнсли.

16. Учение о биогеоценозе разработал:
а) В.И. Вернадский;
б) В.Н. Сукачев;
в) А. Тэнсли.

17. Закон ограничивающих факторов был сформулирован в 1909 г.:
а) Ю. Либихом;
б) В. Шелфордом;
в) Ф. Блехманом.

18. Закон минимума был сформулирован в 1840 г.:
а) Э. Геккелем;
б) Ю. Либихом;
в) В. Шелфордом.

19. Термин «экологическая ниша» был предложен в 1917 г.:
а) Ч. Элтоном;
в) Дж. Хатчинсоном;
в) Дж. Гриннеллом.

20. Закон конкурентного исключения был сформулирован в 1930-х годах:
а) Г.Ф. Гаузе;
б) А. Лоткой;
в) В. Вольтерра.

21. Понятие «экологический взрыв» было введено в науку:
а) А. Тенсли;
б) Ч. Элтоном;
в) Е. Одумом.

9. Назовите термины, исходя из определения следующих понятий:
1. Наука о взаимосвязях живых существ между собой и окружающих их неорганической природой – _____

2. Раздел экологии, изучающий индивидуальные организмы или отдельные виды, – _____

3. Раздел экологии, изучающий жизнь отдельных популяций, определяющий причины их изменений, – _____

4. Раздел экологии, занимающийся изучением сообществ, экосистем и среды их обитания, – _____

10. Выберите номера правильных суждений:

1. Математическая модель биосферы «Гея» была разработана под руководством Д. Медоуза (1972);

2. Первой моделью прогнозирования расхода ресурсов была модель Т. Мальтуса (1798);

3. Модель М. Месаровича и Э. Пестеля описывает мировую систему как совокупность региональных систем;

4. Математические модели помогают подтвердить данные, полученные в ходе эксперимента.

_____

11. Сегодня все чаще приходится слышать о том, что экология становится приоритетом нашей жизни. Почему рассмотрение экологических аспектов является непременным условием развития всех биологических наук? Почему экология является основой современного мировоззрения? Почему выполнение экологических требований – непременное условие реализации любого проекта, связанного с практической деятельностью?

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

12. Что такое «экологизация знаний» и чем она обусловлена?

_____
_____
_____
_____
_____

СРЕДЫ ЖИЗНИ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ. АДАПТАЦИИ

1. Дайте определение следующим понятиям:

Среда обитания - _____
_____
Экологический фактор - _____
_____
Адаптация - _____
_____

2. Заполняя таблицу, охарактеризуйте четыре основные среды жизни организмов. Оценивая степень выраженность показателя среды, используйте следующие градации уровня выраженности показателей:

0 – отсутствует;
1 – низкий уровень;
2 – средний уровень;
3 – высокий уровень.

Показатель	***Среда***			
	водная	***наземно-воздушная***	***почвенная***	***организменная***
Плотность				
Светопроницаемость, освещенность				
Теплопроводность				
Проводимость звука				
Обеспеченность кислородом				
Изменчивость условий среды				

3. Эффект взаимодействия факторов среды формирует _____, под которыми понимаются группы экологических факторов, изменяющихся сопряженно. Приведите примеры факторов_____
_____
_____
_____

4. На каком принципе основывается различение факторов-ресурсов и факторов-условий?

_____
_____
_____

5. Лимитирующие факторы в большей степени, чем другие, определяют состав и продуктивность экосистем и состояние популяций формирующих их видов. Укажите лимитирующие факторы для каждой природной зоны, ответ поясните.

В зоне тундры лимитирующим фактором является_____
_____
_____

В зоне тайги лимитирующим фактором является_____
_____
_____

В лесостепной и степной зоне лимитирующим фактором является_____
_____
_____

В водных экосистемах лимитирующим фактором является_____
_____
_____

6. Охарактеризуйте требования сред жизни к строению и жизнедеятельности организмов:

Требования к организмам	***Среда***			
	водная	***наземно-воздушная***	***почвенная***	***организменная***
Форма, размеры, покровы тела				
Органы и способы передвижения				
Развитие органов чувств				
Защита от неблагоприятных факторов				

7. Под экологической нишей понимают обычно место организма в природе и весь образ его жизнедеятельности, или, как говорят, жизненный статус, включающий отношение к факторам среды, видам пищи, времени и способам питания, местам размножения, укрытий и т. п. Это понятие значительно объемнее и содержательнее понятия «местообитание». Американский эколог Ю. Одум образно назвал местообитание «_____» организма (вида), а экологическую нишу - его «_____»

8. Заполните таблицу «Примеры воздействия экологических факторов на разные организмы»

Экологические факторы	***Примеры воздействия факторов на растения***	***Примеры воздействия факторов на животных***
Абиотические		
Биотические		
Антропогенные		

9. Воздействие абиотических факторов на живые организмы характеризуется следующими понятиями: оптимум (зона комфорта), пессимум (стрессовая зона), предел устойчивости, зона толерантности. Вспомните определения этих понятий и нанесите на график (рис. 1) соответствующие обозначения.

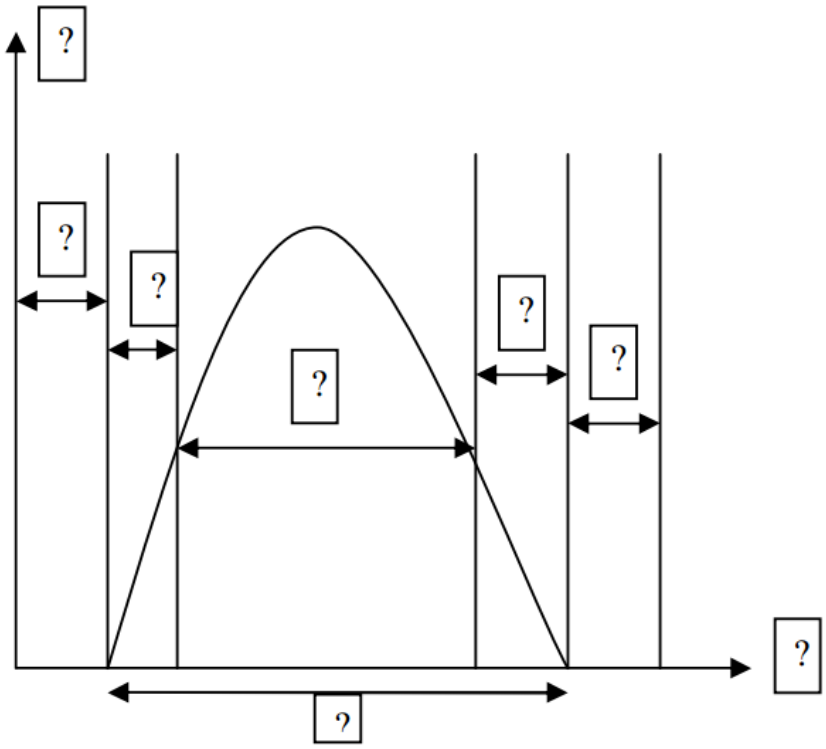


Рис. 1. Действие экологического фактора на живой организм

10. Какой экологический фактор или ресурс может ограничить нормальное развитие и жизни организма - вплоть до полного вымирания? Как это можно показать (на каком примере)?

_____
_____
_____
_____
_____
_____

11. Изучив экограмму зависимости смертности куколок яблоневой плодожорки от влажности и температуры (рис. 2) определите:

1. Какой фактор будет ограничивающим в точке с координатами:
   а) влажность – 18%; температура– 30°С;
   б) влажность – 75%; температура – 2°С;
   3) влажность – 70 %; температура – 37°С.
2. Диапазон оптимальной температуры для вида.
3. Диапазон оптимальной влажности для вида.
4. Пределы выносливости вида (диапазон между критическими точками) по температуре и влажности.

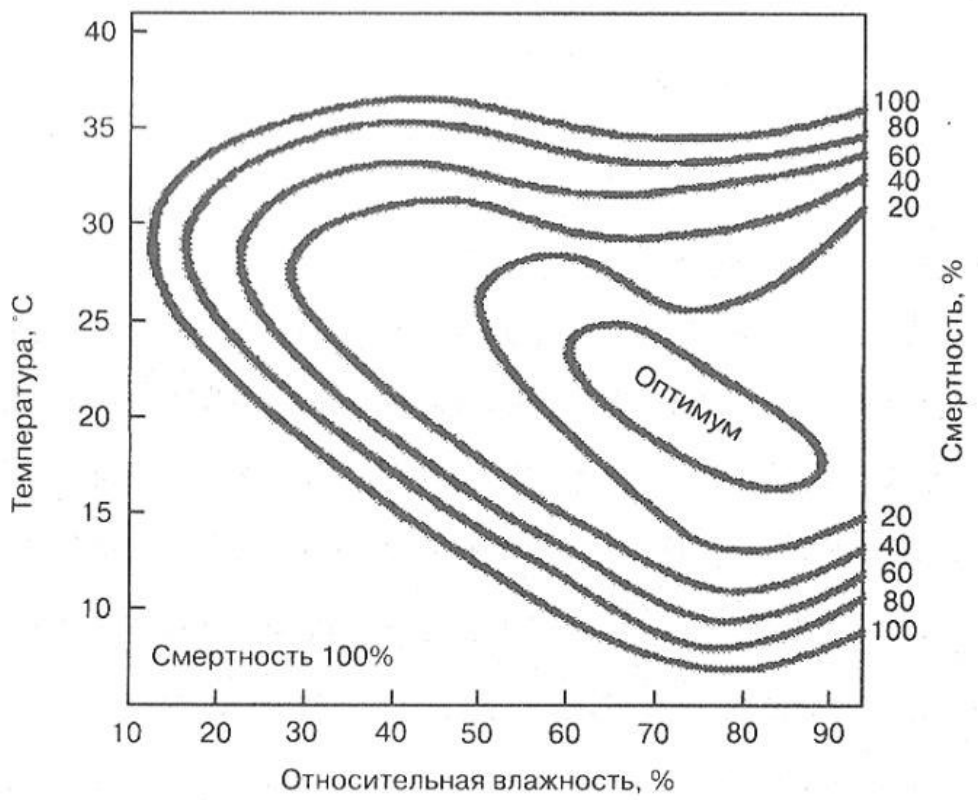


Рис. 2. Экограмма зависимости смертности куколок яблоневой плодожорки от влажности и температуры (по Ф. Дрё, 1976)

12. Распределите указанные организмы по экологическим группам (планктон, нектон, бентос): сом, кальмар, тюлень, креветка, рак, медуза, нереис, коралл, камбала, морская звезда.

_____
_____
_____

13. Условия – это изменяющиеся во времени и пространстве факторы среды обитания, на которые организмы реагируют по-разному, но эти составляющие среды не расходуются: один организм не может сделать их более доступными или недоступными для других. Приведите примеры факторов-условий (минимум три)

_____
_____
_____
_____
_____
_____

14. Укажите (галочкой или знаком +) в соответствующей графе таблицы, какие природные ресурсы среды используют для своей жизнедеятельности растения, животные и грибы.

Природные ресурсы среды	***Растения***	***Животные***	***Грибы***
Территория			
Растительная пища			
Минеральные вещества			
Животная пища			
Органические остатки			
Солнечный свет			
Тепло			
Вода			
Кислород			
Гумус почвы			

15. Тест по теме «Экологические факторы среды»

1. Какой абиотический фактор может привести к резкому сокращению численности популяции речного бобра?

а) водоема обильные дожди летом
б) увеличение численности водных растений
в) пересыхание
г) интенсивный отстрел животных

2. Какой антропогенный фактор может привести к увеличению численности популяции зайцев в лесу?

а) рубка деревьев
б) отстрел волков и лисиц
в) вытаптывание растений
г) разведение костров

3. Какой фактор среды служит сигналом для подготовки птиц к перелетам?

а) понижение температуры воздуха

б) изменение продолжительности светового дня

в) увеличение облачности

г) изменение атмосферного давления

4. Парниковый эффект может способствовать бурному развитию растений в биосфере, так как он ведет:

а) к накоплению в атмосфере кислорода

б) к увеличению прозрачности атмосферы

в) к увеличению плотности атмосферы

г) к накоплению в атмосфере углекислого газа

5. Какой фактор среды служит сигналом для подготовки птиц к перелетам?

а) понижение температуры воздуха

б) изменение продолжительности светового дня

в) увеличение облачности

г) изменение атмосферного давления

6. Все факторы живой и неживой природы, воздействующие на особи, популяции, виды, называют:

а) абиотическими

б) биотическими

в) экологическими

г) антропогенными

7. К абиотическим факторам относят:

а) подрывание кабанами корней

б) нашествие саранчи

в) образование колоний птиц

г) обильный снегопад

8. Пищевые связи в экосистеме называются:

а) абиотическими

б) антропогенными

в) ограничивающими

г) биотическими

9. Факторы, вызывающие загрязнение окружающей среды, связанные с деятельностью человека, называют:

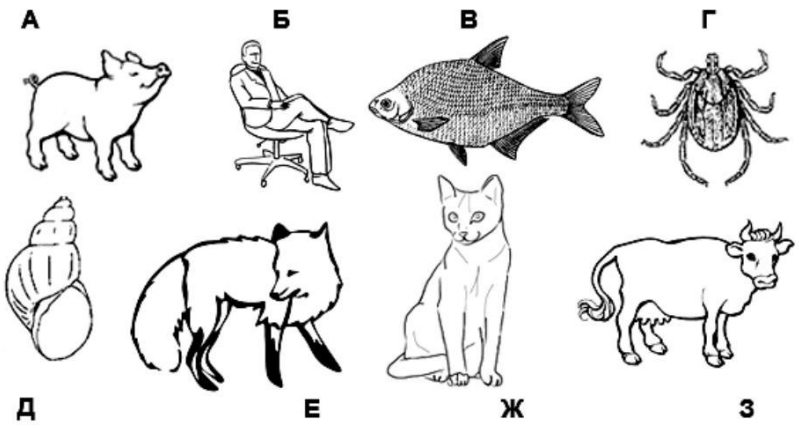
а) ограничивающими

б) антропогенными
в) биотическими
г) абиотическими

10. Какие факторы называют антропогенными?
а) связанные с деятельностью человека
б) абиотического характера
в) биотического характера
г) определяющие функционирование агроценозов

11. К биотическим компонентам экосистемы относят:
а) газовый состав атмосферы
б) состав и структуру почвы
в) особенности климата и погоды
г) продуцентов, консументов, редуцентов

16. На рисунке 3 представлены паразиты и их промежуточные хозяева. Укажите для паразитов (1–7) их промежуточных хозяев (А–З). В случае, если промежуточного хозяина нет, то используйте обозначение «И».



1. аскарида;
2. широкий лентец;
3. малярийный плазмодий;
4. свиной цепень;
5. эхинококк;
6. печёночный сосальщик;
7. токсоплазма.

Рис. 3. Промежуточный хозяин (А-З) Паразит (1-7)

17. Что такое «комплексный градиент»? Приведите примеры комплексных градиентов, формируемых прямым и косвенным факторами. Расскажите о комплексном градиенте, описанном Д. Тилманом.

_____
_____
_____
_____
_____
_____

18. Возможности для роста численности любого вида ограничены емкостью среды (которая, прежде всего, определяется условиями местообитания, количеством пригодных ресурсов). Какие еще биотические факторы могут ограничивать численность популяции? Укажите три основных фактора.

_____
_____
_____
_____
_____

19. Успех в конкуренции определяется конкурентной способностью вида, отражающей его приспособленность к тому варианту условий среды, в котором происходит соревнование за потребление ресурсов. Если вид находится в зоне пессимума (у границ своего экологического ареала), то его конкурентная способность снижается. Опыт смешанных посевов (поликультур), которые создаются на протяжении десятков лет в самых разных экологических условиях (от тропиков до тундр) показал, что достигнуть баланса между конкурентными способностями видов, включаемых в поликультуру (скажем, злака и бобового), оказывается весьма сложно. В чем заключается трудность?

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

20. По рисунку 4 изучите адаптации птиц и определите среду их обитания и образ жизни.

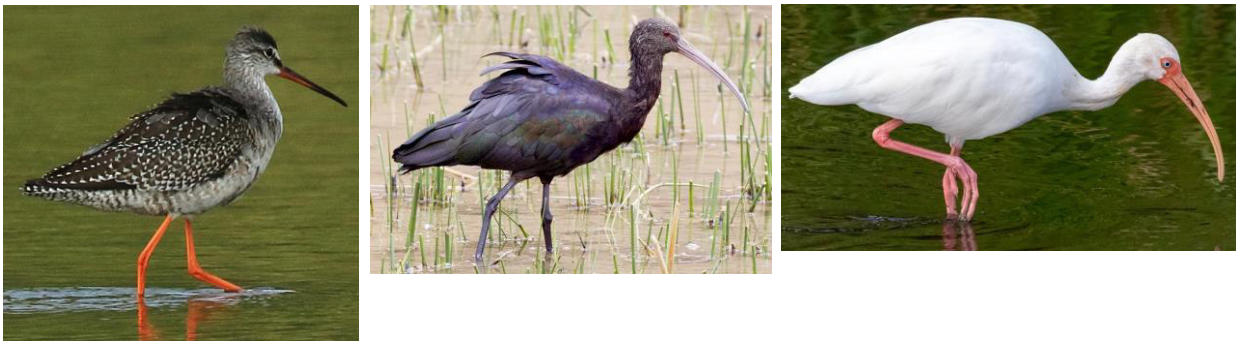


Рис. 4 Адаптации птиц

_____
_____

_____
_____
_____

21. Важнейшей адаптацией, помогающей организмам, не обладающим способностью совершать миграции, пережить неблагоприятные условия среды, является переход в состояние покоя, при котором жизнедеятельность временно прекращается или резко снижается ее уровень. Различают следующие типы покоя, которые связаны переходами: анабиоз, гипобиоз, криптобиоз. Охарактеризуйте состояние каждого и приведите примеры

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

22. Заполните таблицу «Жизненные формы животных»:

Жизненные формы животных	***Примеры животных***
Плавающие формы:	
1. Чисто водные:	
а) нектон;	
б) планктон;	
в) бентос.	
2. Полуводные:	
а) ныряющие;	
б) неныряющие;	
в) лишь добывающие из воды пищу.	
Роющие формы:	
1. Абсолютные землерои (всю жизнь проводящие под землей).	
2. Относительные землерои (выходящие на поверхность).	
Наземные формы:	
1. Не делающие нор:	
а) бегающие;	
б) прыгающие;	
в) ползающие.	
2. Делающие норы:	

а) бегающие; б) прыгающие; в) ползающие. 3. Животные скал	
Древесные лазающие формы: 1. не сходящие с деревьев; 2. лишь лазающие по деревьям.	
Воздушные формы: 1. добывающие пищу в воздухе; 2. высматривающие пищу с воздуха.	

23. По рисунку 5 определите экологическую группу птиц, их адаптации к среде обитания и образ жизни:

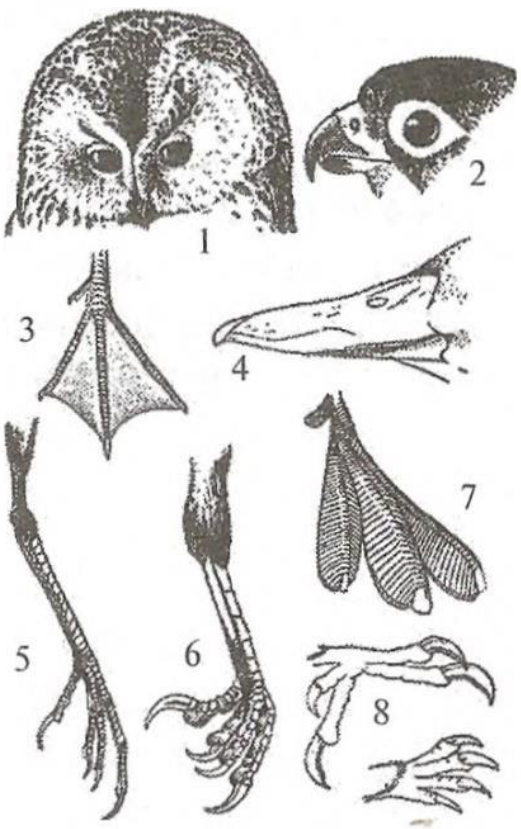


Рис. 5.Адаптации птиц

_____
_____
_____
_____
_____
_____

24. По указанным адаптациям распределите растения на ксерофиты и мезофиты:

а) имеют высокую экологическую пластичность;
б) способны переносить большие потери воды;
в) сильно развита корневая система;
г) экономно расходуют влагу;
д) способны переносить большие потери влаги;
е) мелкие, жесткие листья с толстой кутикулой;
ж) в листьях имеется большое количество механических тканей;
з) включают склерофитов;
и) могут жить в умеренном климате.

Экологические группы растений	***Адаптации***
Ксерофиты	
Мезофиты	

25. Распределите предложенные растения по группам (гигрофиты, ксерофиты, мезофиты) по отношению к влаге:

а) папирус;
б) рис;
в) пушица;
г) кактус;
д) ковыль
е) полынь:
ж) бодяк;
з) яблоня;
и) картофель;
к) чертополох.

Экологические группы растений	***Вид***
Гигрофиты	
Ксерофиты	
Мезофиты	

26. По указанным адаптациям распределите растения на гидрофиты и гигрофиты:

а) имеют приспособления для интенсивной транспирации;
б) механическая ткань развита слабо;
в) слабо развита корневая система;
г) корни могут отсутствовать;
д) мезофилл не дифференцирован;
е) корневых волосков на корнях нет;
ж) в органах имеется аэренхима;
з) растения водоемов;
и) живут при высокой влажности воздуха и почв.

Экологические группы растений	***Адаптации***
Гидрофиты	
Гигрофиты	

27. По указанным адаптациям распределите растения на тенелюбивые и светолюбивые:
а) толстые, светлые листовые пластинки;
б) столбчатая паренхима развита слабо;
в) крупные хлоропласты;
г) мелкие хлоропласты;
д) хорошо развитая губчатая паренхима;
е) хорошо развитая столбчатая паренхима;
ж) один слой столбчатой паренхимы;
з) листовые пластинки располагаются под прямым углом к солнцу;
и) листья ориентированы вертикально к горизонту.

Экологические группы растений	***Адаптации***
Тенелюбивые	
Светолюбивые	

28. Выберите из предлагаемого списка представителей обитающих в том или ином биоме. Заполните таблицу.

Биомы	***Растения***	***Животные***
Тундра		
Тайга		
Смешанные и широколиственные леса		
Степь		
Полупустыни и пустыни		

Растения

1. *мхи*
2. *степная вишня*
3. *сосна*
4. *ковыли*
5. *лишайники*
6. *эфедра*
7. *ясень*
8. *полярная береза*
9. *кактусы*
10. *каштан*
11. *полыни*
12. *пушица*
13. *смородина*
14. *шалфей*
15. *жимолость*
16. *плауны*
17. *пихта*
18. *верблюжья колючка*
19. *багульник*
20. *береза*

Животные

1. *лемминги*
2. *жук-олень*
3. *ласка*
4. *горностай*
5. *сурок байбак*
6. *песчаная эфа*
7. *кенгуровые крысы*
8. *северный олень*
9. *малый лебедь*
10. *рысь*
11. *пустельга*
12. *суслики*
13. *стерх*
14. *белка*
15. *косуля*
16. *сайгак*
17. *кабарга*
18. *дикий лесной кот*
19. *ящерица молох*
20. *песец*
21. *иксодовые клещи*
22. *дрозды*
23. *лось*
24. *слепушонка*
25. *кедровка*
26. *полярные совы*
27. *росомаха*
28. *лисица корсак*
29. *песчаная гадюка*
30. *бурундук*

29. Используя графическое изображение (рис. 6), на конкретных примерах объясните различия стенобионтов и эврибионтов. Приведите примеры стенобионтов и эврибионтов в мире растений и животных.

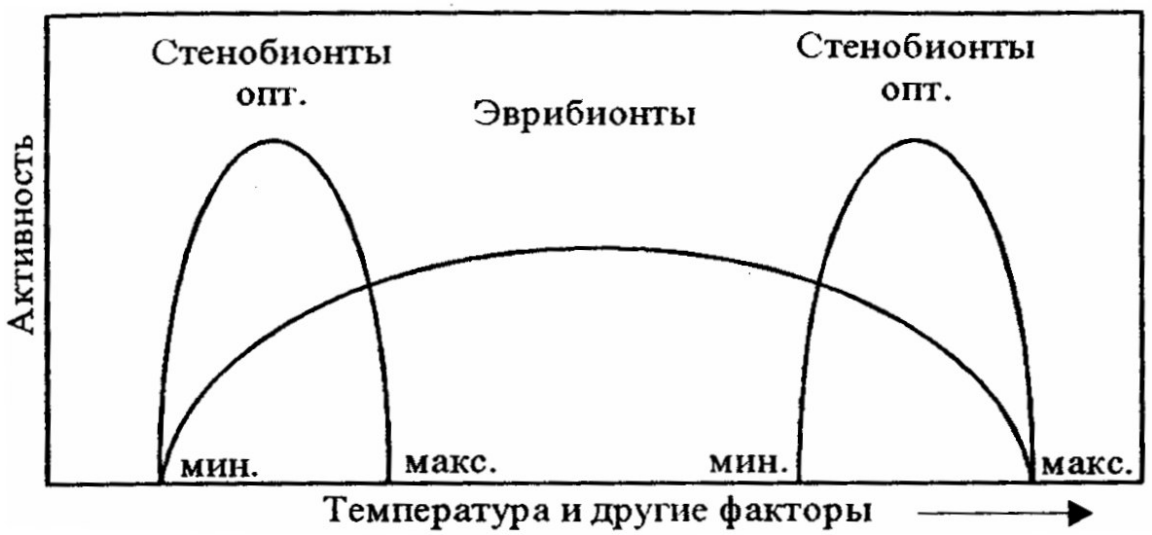


Рис. 6. Пределы толерантности стенобионтов и эврибионтов

_____

_____

_____

30. Дайте определение понятиям «эврибионты» и «стенобионты»:
*Эврибионты*_____
_____
Стенобионты - _____
_____

31. Выберете из предлагаемого списка примеры живых организмов, являющихся эври- и стенобионтами. Заполните таблицу.

	Эврибионты	***Стенобионты***
По отношению к температуре		
По отношению к влажности		
По отношению к солености		
По отношению к давлению		
По отношению к пище		

1. *Медведь*
2. *Морские звезды*
3. *Береза*
4. *Бутылконос*
5. *Антарктическая ледяная рыба*
6. *Ерш*
7. *Панда*
8. *Дождевые черви*
9. *Тропические растения*
10. *Волк*
11. *Финвал*
12. *Веслоногий рачок*
13. *Лосось*
14. *Человек*
15. *Гусеница тутового шелкопряда*
16. *Ряска*
17. *Ромашка*
18. *Щука*
19. *Солерос*
20. *Лиса*
21. *Лягушки*
22. *Омар*
23. *Крабы*
24. *Кашалот*
25. *Муравьи*

32. Из предложенного перечня адаптаций живых организмов к температуре выберите только биохимические приспособления:
а) накопление в тканях глицерина;
б) усиление транспирации при нагревании;
в) накопление углеводов в клеточном соке;
г) анабиоз;
д) развитие мощных покровных тканей;
е) усиленное потоотделение;

ж) смена поз при нагревании в солнечных лучах;
з) повышение интенсивности обмена веществ.

_____

33. Наземные млекопитающие и птицы, обитающие в полярных районах, обычно окрашены в белый цвет, а насекомые в тех же местах имеют темную окраску. И та и другая окраска – приспособленность к действию одного и того же фактора. Почему данная приспособленность носит различный характер?

_____
_____
_____

34. В зрелых буковых лесах взрослые деревья смыкаются кронами. В таких лесах почти нет молодых буков, хотя на старых ежегодно вызревают многие тысячи орешков. Объясните, какие причины могут тормозить появление следующих поколений и как все-таки происходит лесовозобновление в буковых лесах в естественных условиях?

_____
_____
_____

35. Насекомые, рыбы, птицы, млекопитающие хорошо приспособлены к окружающей среде, однако их приспособленность никогда не бывает абсолютной. Как вы думаете, почему?

_____
_____
_____

36. Индийские гуси – единственные птицы, способные перелетать самые высокие горы – Гималаи. Изнуряющие расстояния, сильный холод и разряженный воздух должны были их убить, но они выживают. Дайте объяснение этому явлению.

_____
_____
_____

37. Во флоре Кавказа насчитывается около 6000 видов растений, а на такой же площади в равнинной Европе – около 2000 видов. Чем можно объяснить это различие?

_____
_____
_____

38. Бобры орудуют резцами с необычайной производительностью. Работая под водой, они могут не дышать до 15 минут. Как удается бобрам грызть дерево под водой и при этом не захлебываться? . Суровыми зимами водоемы покрываются толстым слоем непробиваемого льда. Однако бобры и зимой ухитряются отплывать далеко от хатки. Как это возможно, если им регулярно нужно вдыхать воздух?

_____
_____
_____

39. Низкие температуры ограничивают распространение животных. В Скандинавии лось встречается значительно севернее, чем в Сибири, хотя средняя годовая температура Сибири выше, чем в Скандинавии. Дайте объяснение этому явлению.

_____
_____
_____

40. Растения и животные, обитающие в умеренном поясе, могут существовать в довольно широких амплитудах изменения температуры, в то же время тропические виды не выдерживают больших температурных колебаний. Дайте объяснение этому явлению.

_____
_____
_____

41. Колибри очень активны, частота взмахов крыльев у разных видов от 20 до 100 в секунду, частота сокращения сердца – до 1000 ударов в минуту. С наступлением сумерек колибри садятся на ветки и впадают в оцепенение. Температура их тела падает до +17-18^{0}С. Объясните особенности такого поведения колибри.

_____
_____
_____

42. В тенистом лесу не встречаются растения, которые предпочитают открытые солнечные участки, а травянистые растения леса нельзя найти там, где целый день ярко светит солнце. Дайте объяснение этому явлению.

_____
_____
_____

43. В песчаных пустынях жизнь богаче, чем в глинистых. Растения здесь достигают больших размеров, а почвенные животные отличаются большим видовым многообразием и большей численностью. Объясните причины большего разнообразия жизни в песчаных пустынях по сравнению с глинистыми.

_____
_____
_____

44. Почему в Якутии на северных склонах растет даурская лиственница, а южные склоны покрыты сосновыми лесами?

_____
_____
_____

ПОПУЛЯЦИИ И СООБЩЕСТВА

1. Демэкология (от греч. demos – народ), или популяционная экология – наука о популяциях, которая изучает действие факторов среды в популяциях, динамику численности популяций. Сформулируйте определение популяции с точки зрения экологии.

_____
_____
_____

2. Дайте определение количественным показателям популяции:

Численность - _____
_____

Рождаемость - _____
_____

Смертность - _____
_____

Плодовитость - _____
_____

Встречаемость - _____
_____

Обилие - _____
_____

Покрытие - _____
_____

Биомасса - _____
_____

3. Можно ли считать популяцией:

а) стаю грачей_____
б) стадо антилоп_____
в) карасей, населяющих небольшой пруд_____
г) высаженный на фермерском поле картофель_____
д) всех птиц, населяющих городской парк_____
е) население большого города_____
ж) птичий базар_____
з) обитателей муравейника_____
и) стаю саранчи_____
к) белок, обитающих в сосновом лесу_____
л) стаю волков_____

4. Может ли расти численность популяции птиц, если самка откладывает лишь два яйца? Укажите два основных условия.

_____
_____
_____

5. Приведите несколько примеров растений и животных, популяции которых занимают малые территории (А), большие территории (Б).

А -

_____
_____
_____
_____

Б -

_____
_____
_____
_____

6. Что является регулятором численности популяции – плодовитость или смертность? Могут ли эти факторы в какой-то степени компенсировать эффект друг друга?

_____
_____
_____

7. Перечислите факторы, которые могут оказывать влияние на рождаемость и смертность в популяциях рыб. Заполните таблицу, указывая в графах (+) причины, ускоряющие, в графах (–) замедляющие соответствующие процессы.

Процесс	***Факторы (причины) его изменения***
Рождаемость (+)	
Рождаемость (–)	
Смертность(+)	
Смертность (–)	

8. Тест по теме «Популяции»

1. Какие перечисленные факторы влияют на возрастной состав популяции?

а) половой диморфизм;

б) длительность периода размножения;

в) число генераций в сезон;

г) характер питания.

2. Случайное размещение особей в популяции возникает тогда, когда:

а) каждая из особей стремится избежать всех прочих;

б) особи в большей или меньшей степени «привлекаются» к какому-либо местообитанию;

в) любое место может быть занято организмами с одинаковой долей вероятности;

г) нет правильного ответа.

3. Равномерное распределение возникает как следствие следующих причин:

а) конкуренции между особями за дефицитные ресурсы;

б) однородности среды;

в) прямого антагонизма;

г) локальных различий в местообитаниях.

4. Принцип Олли гласит о том, что:

а) степень агрегации, так же как общая плотность, при которой наблюдаются оптимальный рост и выживание популяции, варьирует у разных видов и в разных условиях;

б) оптимальная величина агрегации определяется пробами и ошибками естественного отбора;

в) агрегация ведет к увеличению жизнедеятельности при совместном существовании;

г) агрегация может усиливать конкуренцию между особями за ресурсы среды (пищу, пространство и т.д.).

5. Наиболее устойчивыми являются популяции, состоящие из:

а) одной генерации (поколения)

б) двух генераций;

в) трех генераций;

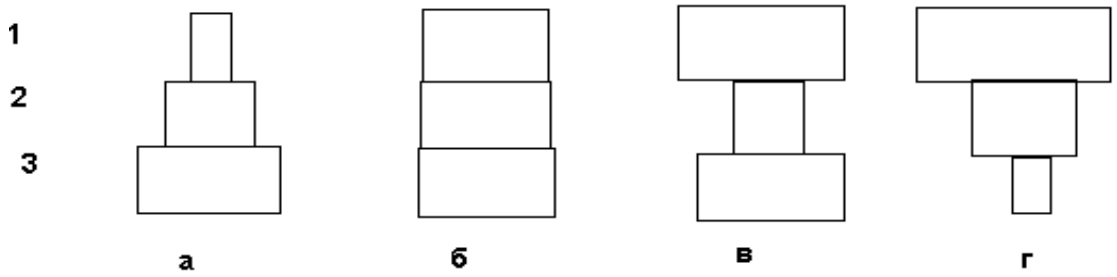
г) нескольких генераций и потомков каждой из них.

6. Старые особи составляют большую долю в популяциях:

а) быстро растущих;
б) находящихся в стабильном состоянии;
в) находящихся в стадии имаго;
в) со снижающейся численностью.

7. Соотношение полов может определяться:
а) различием хромосомных наборов мужских и женских особей;
б) влиянием температуры;
в) гормональными факторами;
г) все ответы верны.

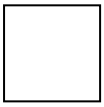
9. На схемах показана возрастная структура популяций. Какая из популяций наиболее жизнеспособна?
Возрастные группы:
1) закончившие размножение
2) размножающиеся
3) молодые



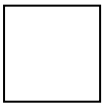
10. Полиандрия – это тип брачных отношений, при котором:
а) образуется пара из одного самца и одной самки;
б) один самец имеет брачные связи одновременно с двумя или большим числом самок;
в) одна самка имеет брачные связи одновременно с двумя или большим числом самцов;
г) любая особь имеет равную вероятность скрещиваться с любой другой особью.

11. Выберите правильные суждения
а) каждая популяция имеет четко очерченные границы.
б) популяция, состоящая из неодинаковых особей, более устойчива.
в) возрастная структура популяции определяется внешними условиями и не зависит от жизненного цикла.
г) популяция однородна: составляющие ее особи практически не отличаются друг от друга.

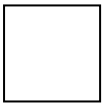
12. Обозначьте на схеме типы распределения особей в пространстве, приведите примеры.



Равномерное распределение



Групповое распределение



Случайное распределение

13. Возможности для роста численности любого вида ограничены емкостью среды (которая, прежде всего, определяется условиями местообитания, количеством пригодных ресурсов). Какие еще биотические факторы могут ограничивать численность популяции? Укажите три основных фактора.

_____
_____
_____
_____
_____

14. Предварительные наблюдения позволили установить, что плотность популяции дикого голубя составляет 130 особей/га. За период размножения (у голубя раз в году) из одной кладки яиц в среднем выживает 1,3 детеныша. В популяции равное число самцов и самок. Смертность голубя постоянна, в среднем за год погибает 27% особей.

На основании имеющихся данных определите, как будет меняться плотность популяции голубя в течение 5 ближайших лет. При расчетах отбрасывайте дробную часть чисел.

Произведя вычисления, заполните таблицу, руководствуясь приведенным ниже примерам расчета изменения численности за первый год.

(рождаемость) = (плотность самок) × (плодовитость) = 130/2×1,3=84

(смертность) = (общая плотность) × (удельная смертность) = 130×27/100=35

Плотность популяции к началу следующего года есть ее плотность к началу данного года плюс рождаемость и минус смертность. Таким образом, к началу второго года плотность популяции составит: 130 – 35 + 84 = 179

Показатели популяции голубя	***Годы жизни***				
	1	***2***	***3***	***4***	***5***
Плотность	130	179			
Рождаемость	84				
Смертность	35				

15. Что называется динамикой популяций? В чем заключается значение этого явления?

_____
_____
_____
_____
_____

16. На рисунке 7 показано процентное соотношение численности половозрелых самцов и самок различного возраста в популяции травяной лягушки. Сравните скорость половозрелого созревания самцов и самок. Объясните различия в соотношении полов половозрелых особей разных возрастов. В каком возрасте, преимущественно, особи травяной лягушки достигают половой зрелости?

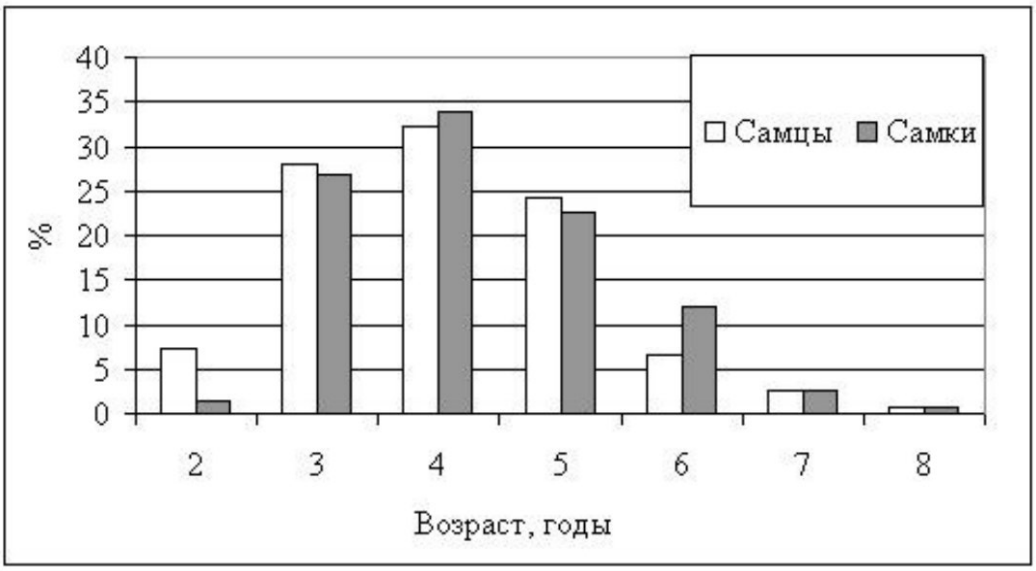


Рис. 7. Соотношение половозрелых самцов и самок разных возрастов в популяции травяной лягушки (по Северцову, 1999)

17. Площадь лесов планеты составляет приблизительно 3,85 млрд. га. С учетом процессов искусственного и естественного возобновления скорость сведения лесов составляет 20 га/мин. Определите время, за

которое площадь лесов сократится до 10% от первоначальной, предполагая, что их сведение происходит по экспоненте.

_____
_____
_____
_____
_____

18. На территории площадью 100км^2 ежегодно производили частичную рубку леса. На момент организации на этой территории заповедника было отмечено 50 лосей. Через 5 лет численность лосей увеличилась до 650 голов. Еще через 10 лет количество лосей уменьшилось до 90 и стабилизировалось в последующие годы на уровне 80 – 110 голов. Определите численность и плотность популяции лосей:

а) на момент создания заповедника_____
б) через 5 лет после создания заповедника_____
в) через 15 лет после создания заповедника_____

19. В лесу ученые равномерно расставили ловушки на зайцев-беляков. Всего было помечено 50 зверьков. Их пометили и отпустили. Через неделю отлов повторили. Поймали 70 зайцев, из которых 20 были мечеными. Какова численность зайцев на исследуемой территории?

_____
_____
_____
_____
_____

20. В лабораторную популяцию растительноядного паутинного клещика, обеспеченного избытком пищи, запустили несколько особей хищного клещика, питающегося паутинным клещиком. Хищник быстро размножился, съел всех жертв и вымер от голода. В то же время природе эти два вида клещиков часто сосуществуют. Чем это можно объяснить?

_____
_____
_____
_____
_____

21. Назовите понятия, исходя из следующих определений:

1. Теоретический максимум потомков от одной пары (или одной особи) за единицу времени – _____;

2. Число новых особей, появившихся в популяции за единицу времени – _____;

3. Число особей, погибших в популяции за единицу времени – _____;

4. Процесс миграции из популяции части особей и заселения ими новых территорий – _____;

5. Поддержание определенной численности популяции – _____;

6. Предел наличия доступных ресурсов и жизненного пространства той или иной среды обитания – _____;

7. Совокупность факторов, ограничивающих реализацию потенций к воспроизводству – _____;

8. Общая характеристика роста и размножения данного вида – _____.

22. Используя формулу Жаккара, сравните фитоценозы и сделайте выводы о их сходстве и различии:

$$K = \frac{C*100}{(A+B)-C}\%$$

,

где А – число видов в 1-ом сообществе, В – число видов во 2-ом сообществе; С – число видов, общих для обоих сообществ.

Остепнённый луг на незастроенной городской территории: манжетка обыкновенная, колокольчик раскидистый, короставник полевой; горошек мышиный, мятлик однолетний, вейник наземный, земляника лесная, ежа сборная, тимофеевка луговая, вязель пёстрый, подорожник обыкновенный, одуванчик лекарственный.

Опушка лиственного леса: манжетка обыкновенная, марьянник дубравный, гвоздика травянка, трясунка средняя, земляника лесная, короставник полевой, колокольчик раскидистый, колокольчик крапиволистный, тимофеевка луговая, ежа сборная, подорожник ланцетолистный, колючник бибирштейна.

Луговая степь: ковыль перистый, ковыль красивейший, манжетка обыкновенная, вязель пёстрый, эспарцет песчаный, остролодочник, овсец Шелля, овсец опушенный, овсяница луговая, гвоздика травянка, лапчатка гусиная, лапчатка норвежская.

Бурьянные заросли пустыря: подорожник обыкновенный, одуванчик лекарственный, пырей ползучий, мятлик однолетний, мятлик сплюснутый, ежа сборная, тимофеевка луговая, донник лекарственный, лопух большой, репешок обыкновенный, циклахена дурнишниколистная, марь белая, лебеда раскидистая.

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

23. В заброшенном саду деревья старые, часть из них погибла, плоды мелкие и поврежденные. Как вы думаете, способна ли такая популяция к самоподдержанию?

_____
_____
_____

24. Из приведенного списка факторов выберите те, которые способствуют росту численности популяции: обилие пищи, болезни, обилие паразитов, отсутствие хищников, обилие конкурентов, низкая плотность населения, высокая плотность населения, нехватка территории, неблагоприятные климатические условия, избыток территории, благоприятные условия жизни.

Правильные на ваш взгляд ответы подчеркните.

25. Как вы считаете, может ли инвазионная популяция перейти в нормальную, а нормальная в регрессивную? Почему?

_____
_____

26. Чтобы оценить численность форели в озере, 625 форелей были пойманы, помечены и снова выпущены. Через неделю поймали 873 форели, из них у 129 были обнаружены метки. Определите примерные размеры популяции.

_____
_____
_____

27. В популяции косуль, насчитывающей 2 тыс. особей, за год появилось 40 детенышей. Определите удельную рождаемость за этот период._____

28. Если численность населения в данном году составила 50000 человек, а за год родилось 1000, то какова была абсолютная и удельная рождаемость при пересчете на 1000 человек?

_____
_____
_____

29. Численность популяций зайца-беляка составила 1,5 тыс. особей, удельная рождаемость за один год – 0,8. Определите абсолютную рождаемость за этот период._____

30. Мучные хрущаки способны откладывать 12000яиц. Однако в старой муке жуками было отложено всего 839 яиц, из которых вылупилось 205 личинок. Какова максимальная и экологическая рождаемость у мучного хрущака? Выразите это число в процентах от максимальной рождаемости.

_____
_____
_____

31. В начале сезона в озере помечено 600 рыб. В ходе последующего лова из 2 тыс. пойманных рыб 180 оказалось мечеными. Какова была численность популяции перед началом лова?_____

32. При изучении природной популяции певчей птицы *Sialis sialis* было установлено, что птицы отложили 510 яиц. Это число соответствует максимальной рождаемости. Экологическая рождаемость составила 52% максимальной. Определите, сколько птенцов оперилось._____

33. Колебания численности у саранчовых носят циклический характер. На протяжении многих лет они не привлекают к себе внимания, а затем в какое-то время численность популяции вдруг резко увеличивается, и насекомые мигрируют в поисках пищи, съедая все на своем пути. Дайте объяснение этому явлению.

_____
_____
_____

34. Вы занимаетесь подсчетом динамики численности зайцев на территории заказника. В начале эксперимента была заселена одна пара. В течение 10 лет вы вели учет численности зайцев на территории заказника (см. таблицу), и выводите тенденцию. Подсчитайте процентную динамику изменения плотности популяции за эти 10 лет. Каким показателем она характеризуется? При расчете округляйте полученные данные до десятых долей. Прокомментируйте полученные данные.

Время, годы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Численность	2	25	40	80	115	132	150	157	161	162

Естественный прирост										

_____
_____
_____

35. Приведены данные о среднем числе оплодотворенных яиц у самок разных животных:

Устрица – $100x10^6$
Треска – $9x10^6$
Лосось – 10^5
Акула – 20
Пингвин – 8
Слон – 5

1. Сколько оплодотворенных яиц от одной самки в среднем должно выжить, чтобы популяции каждого из перечисленных видов оставались постоянными?
2. Напишите для каждого вида число потомков, которые должны погибать до наступления половой зрелости, чтобы численность популяции не изменялась. Затем выразите это число в % от общего числа оплодотворенных яиц.

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

36. В умеренных и приполярных районах периодически происходят вспышки и падение численности животных, в тропиках же, как правило,

резких колебаний численности не происходит. Дайте объяснение этому явлению.

_____
_____
_____

37. Начальная численность популяции мальков, выпущенных в рыбозаводской пруд составляет 20000 особей, а смертность характеризуется следующими величинами: за 1-й год жизни – 40%, за 2-й – 20%, за 3-й – 15%. Начиная с 4-го года жизни смертность становится постоянной, ее годовая оценка составляет 20%. Как изменяется численность популяции мальков по годам? До какого возраста доживут особи данной группы? При расчете округляйте полученные данные до десятых долей.

Время, годы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Численность										

_____
_____
_____

38. У пашенной полевки число пометов за жизнь достигает 7, в среднем по 6 детенышей. Какое число потомков от одной самки может быть получено в третьем поколении, если число самок и самцов в помете примерно одинаковое?

_____
_____
_____
_____

39. Ученые обратили внимание, что при увеличении плотности популяции какого-либо вида с определенного момента дальнейший прирост численности все больше замедляется. Дайте объяснение этому явлению.

_____
_____
_____

40. Широколиственный лес занимает площадь 24 км^2. На его территории в настоящее время обитает 3 семьи рыжих лисиц. В 2-х семьях в это лето родилось по 5 лисят, в третьей – 9, но там перед самым их рождением погиб отец семейства. До следующего лета дожил каждый 6-й лисенок. Определите для данной популяции лисиц следующие параметры:

*общую численность популяции к следующему лету*_____
*плотность расселения к следующему лету*_____
*абсолютную рождаемость*_____
*удельную рождаемость*_____
*фактическую скорость роста популяции*_____

41. Существует целый ряд видов растений, изначально редких (орхидные, некоторые осоковые, лилейные и др.). Но, несмотря на свою редкость (низкую численность популяции), многие эти виды процветают, и численность их популяций не проявляет тенденции к снижению. Чем можно объяснить экологические преимущества изначально редких видов?

_____
_____
_____

42. В среднем у каждой пары ласточек вылупляется по 4 птенца. Во сколько раз численность популяции ласточек в следующем году будет больше предыдущей? Какова будет теоретическая численность ласточек через 5 лет?

_____
_____

43. При росте плотности популяции любого вида наступает время, когда дальнейший прирост замедляется, а затем практически останавливается. Укажите факторы, которые обуславливают это явление.

_____
_____
_____

44. Предварительные наблюдения за популяцией дикого голубя позволили установить, что ее плотность в вашем районе в нынешнем году составляет 130 особей/га. За период размножения (один раз в году) из одной кладки яиц в среднем выживает 1-3 детеныша. В популяции число самцов и самок практически равное. Смертность голубя постоянна, в среднем за год погибает 27% особей.

На основании имеющихся данных определите, как будет меняться плотность популяции голубя в течение 5 ближайших лет при сохранении существующего действия факторов среды. При расчете округляйте полученные данные до десятых долей.

_____
_____
_____

45. В природе достаточно часто встречается следующая ситуация: меж двух озер, расположенных на расстоянии нескольких километров друг от друга, в смешанном лесу живут бурый травянистые жабы, некоторые из которых откладывают икру в одном озере, а другие – в соседнем. Единичные экземпляры могут попадать из одного озера в другое, но это происходит редко. Как вы считаете, сколько здесь популяций?_____

46. Сфагновый мох встречается чаще на верховых болотах, распространение которых носит мозаичный островной характер. Можно ли сфагновый мох одного болота считать популяцией? Почему?

_____
_____
_____

47. У многих животных часто наблюдаются популяционные волны (волны жизни) – резкие колебания численности популяции. Как вы думаете, популяционные волны выражены в большей степени у домовых или у полевых мышей? Почему?

_____
_____
_____

48. Осенью каждая самка нерки (рыба семейства лососевых) откладывает 3200 икринок. Следующей весной 640 мальков, выведшихся из отложенной икры, выходят в озеро вблизи отмели. Уцелевшие 64 серебрянки (мальки постарше) живут в озере 1 год, а затем мигрируют в море. Две взрослых рыбы (уцелевшие из числа серебрянок) возвращаются к местам нереста спустя 2,5 года; они нерестятся и умирают. Подсчитайте % смертности для нерки в каждый период.

_____
_____
_____

49. Существуют механизмы, обеспечивающие пространственное и временное единство особей популяции. Дайте объяснение этому явлению.

_____
_____
_____

50. Для многих видов возрастная структура – неустойчивая характеристика. Так, две популяции, имеющие равную численность, могут

сильно отличаться друг от друга по возрастному составу. Дайте объяснение этому явлению

_____
_____
_____

51. Число самцов и самок среди новорожденных косуль бывает почти равным. Незначительное преобладание самок намечается лишь через несколько месяцев после их рождения. К концу лета среди телят на одного самца приходится по 1,2 самки, а среди косуль старше 1,5 лет – уже 1,5 самки. Какова будет половая структура популяции интродуцированных в новое местообитание косуль через 2 года, если на момент размножения в популяции косуль насчитывалось 20 пар животных (обычно самки приносят 2-х детенышей).

_____
_____
_____
_____

52. Тест по теме «Динамика популяций»

1. Число особей вида на единицу площади или единицу объема жизненного пространства показывает:

а) видовое разнообразие;

б) плодовитость;

в) плотность популяции;

г) обилие популяции.

2. Численность популяции зависит от:

а) рождаемости и смертности;

б) скорости миграции;

в) рождаемости, смертности и скорости эмиграции;

г) рождаемости, смертности, скорости миграции и скорости эмиграции.

3. Численность популяции из года в год остается одинаковой, потому что:

а) каждый год погибает примерно одинаковое количество особей;

б) организмы размножаются более интенсивно при меньшей плотности и менее интенсивно при большей плотности;

в) организмы прекращают размножение после того, как численность популяции превысит средний уровень;

г) смертность и рождаемость примерно одинаковы.

4. Старение служит главным фактором, влияющим на смертность, в следующих популяциях:

а) пшеницы;

б) таракана;

в) слона;

г) кораллов.

5. Вероятность гибели особей постоянна в течение всей жизни у популяций:

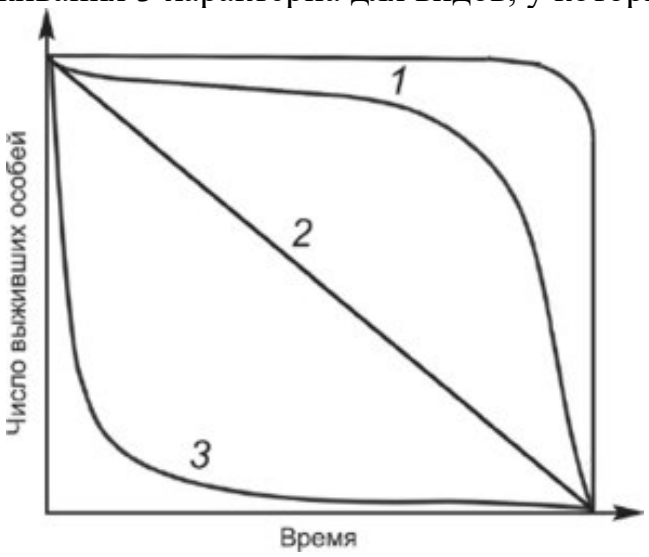
а) гидроидных полипов;

б) креветок криль;

в) лосося;

г) черепахи.

6. Кривая выживания 3 характерна для видов, у которых:



а) смертность резко повышается к концу жизни, а до этого она остается низкой;

б) смертность очень высока только на ранних стадиях жизни;

в) смертность высока и на ранних стадиях и в конце жизни;

г) смертность мало изменяется с возрастом и остается более или менее одинаковой в течение всей жизни.

7. Популяция может увеличивать свою численность экспоненциально:

а) когда ограничена только пища;

б) при освоении новых мест обитания;

в) только в случае отсутствия хищников;

г) только в лабораторных условиях.

8. Если скорость роста популяции равна нулю, наблюдается одна из следующих возможностей:

а) популяция увеличивается и ожидается сильная конкуренция за пищу и территорию;

б) популяция увеличивается и ожидается высокая активность паразитов и хищников;

в) популяция уменьшается вследствие накопления мутаций;

г) популяция достигает максимальных размеров.

9. Выберите правильные суждения:

а) рождаемость зависит от абиотических факторов и состава популяции;

б) предел плотности популяции определяется количеством самого доступного ресурса;

в) потеря популяцией определенной части особей, как правило, компенсируется за счет более интенсивного размножения;

г) безграничный рост численности губителен для любой популяции, т.к. приводит к подрыву ее жизнедеятельности.

10. Кривую роста, не зависящего от плотности, называют:

а) логистической кривой роста;

б) кривой роста типа «бум и крах»;

в) экспоненциальной кривой роста;

г) S-образной кривой роста.

11. Величина нижней критической плотности:

а) одинакова для всех видов;

б) различна для разных видов;

в) зависит от первоначальной численности популяции;

г) зависит от максимальной численности популяции.

12. Если численность популяции близка к критической, то:

а) популяция может быстро восстановиться;

б) восстановление возможно, но происходит очень медленно;

в) восстановление возможно, но малые флуктуации могут легко "перебросить" систему в область восстановления или, наоборот, в область вымирания;

г) восстановление популяции невозможно.

13. Выберите правильные суждения, касающиеся цикличности в изменении численности животных:

а) цикличность существует по всему ареалу вида;

б) не у всех видов в одном районе обязательно есть цикличность;

в) циклы всех видов в одном районе совпадают по фазе;

г) период цикла более постоянен, чем амплитуда колебаний.

14. Относительно стабильный тип изменения численности характерен для популяций:

а) мелких беспозвоночных;

б) крупных древесных растений;

в) насекомых-вредителей;

г) сорняков.

15. К факторам, не зависящим от плотности популяции, относятся:

а) климатические факторы;

б) недостаток пищи;

в) количество мест гнездования (дупел, нор и т.д.);

г) периодические нарушения среды - пожары, наводнения, ураганы, засухи.

16. Внутрипопуляционными механизмами регуляции численности при высокой плотности являются следующие:

а) уменьшение размеров особей;

б) снижение плодовитости особей и нарушение их половой структуры;

в) каннибализм;

г) иммиграция.

БИОЦЕНОЗ. ЭКОСИСТЕМЫ.

1. Дайте определения следующим понятиям и приведите примеры:

Биоценоз - _____
_____
Биогеоценоз - _____
_____
Биотоп - _____
_____
Экотоп - _____
_____
Экосистема - _____
_____

2. Дополните схему (рис. 7), отражающую строение биогеоценоза (по В.Н. Сукачеву), стрелками, показывающими взаимодействия между компонентами этой системы. Укажите элементы, составляющие экотоп (А) и биоценоз (Б).

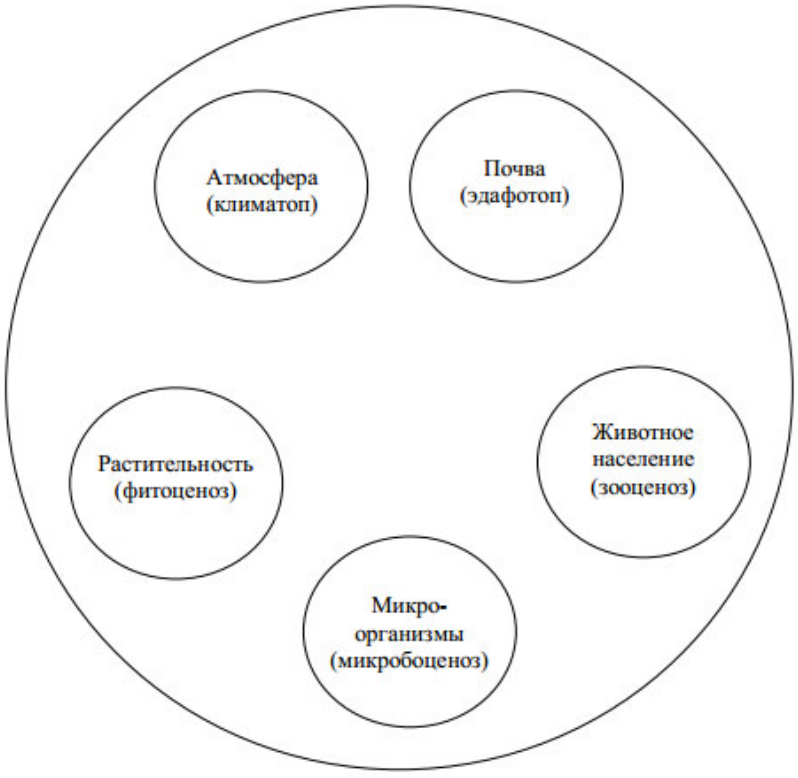


Рис. 7. Структура биогеоценоза и схема взаимодействия между компонентами

3. Чем отличаются понятия «экосистема» и «биогеоценоз»?

_____
_____
_____

4. В чем связь между понятиями "биогеоценоз" и "ландшафт"?

_____
_____
_____

5. В чем различие между понятиями: "сообщество" и "экосистема"?

_____
_____
_____

6. Заполните таблицу «Видовая структура биоценоза».

№	*Элементы видовой структуры биоценоза*	*Определение*	*Роль в биоценозе*
1	Доминанты		
2	Второстепенные виды		
3	Редкие и малочисленные виды		

7. Опишите видовую структуру:

А) соснового леса:

*доминанты:*_____
_____

второстепенные виды: _____
_____

*редкие и малочисленные виды:*_____
_____

Б) лугового сообщества:

*доминанты:*_____
_____

второстепенные виды: _____
_____

*редкие и малочисленные виды:*_____
_____

8. Охарактеризуйте понятия, описывающие видовую структуру биоценоза:

Постоянство вида - _____
_____
Встречаемость вида - _____
_____
Обилие вида - _____
_____

9. Какие существуют показатели оценки биоразнообразия биологических сообществ?

_____
_____
_____

10. Как определяется биоразнообразие в пространственной структуре биоценоза?

_____
_____
_____

11. Что такое экологическая ниша? Приведите примеры.

_____
_____
_____

12. В известной русской народной сказке "Теремок" в одном доме поселились лягушка, мышка, ежик, заяц, волк и т.д. А могут ли действительно все эти животные находиться в одном биогеоценозе? Если да, то какой состав растительного сообщества должен быть характерен для данной экосистемы? Как может называться такой фитоценоз?

_____
_____
_____

13. Заполните таблицу «Горизонтальная структура фитоценоза».

Мозаичность	***Условия, при которых возникает мозаичность***	***Примеры***
Фитогенная		
Зоогенная		

14. Что такое мозаичность?

_____
_____
_____

15. Рассмотрите рисунок 8. Пронумеруйте и назовите ярусы. Приведите примеры растений различных ярусов.

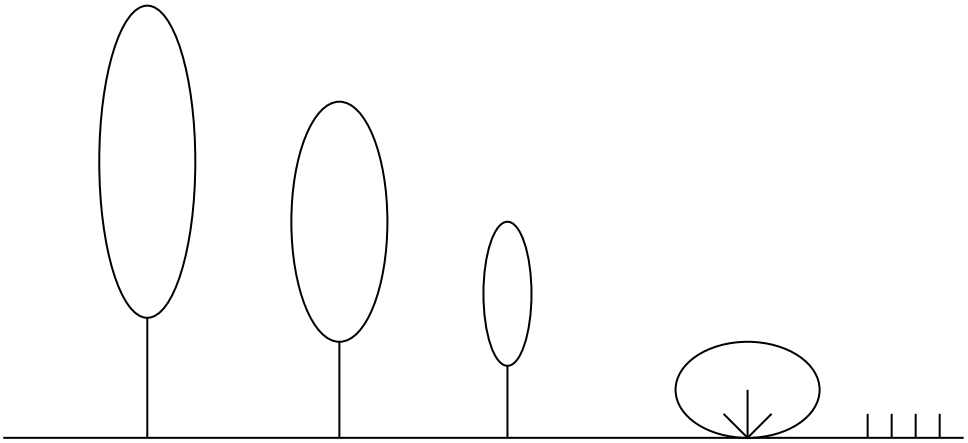


Рис.8. Ярусы лесного фитоценоза

16. Что будет, если в одной экосистеме окажутся популяции двух видов с одинаковыми экологическими потребностями?

_____
_____
_____
_____

17. Укажите основные свойства, присущие стабильным биогеоценозам и кратко объясните их значение.

_____
_____
_____

18. В пределах одной зоологической группы (например, класса птиц) можно наблюдать почти все разнообразие типов питания. Внимательно просмотрите таблицу и составьте правильные пары - кто чем кормится (укажите цифру и букву).

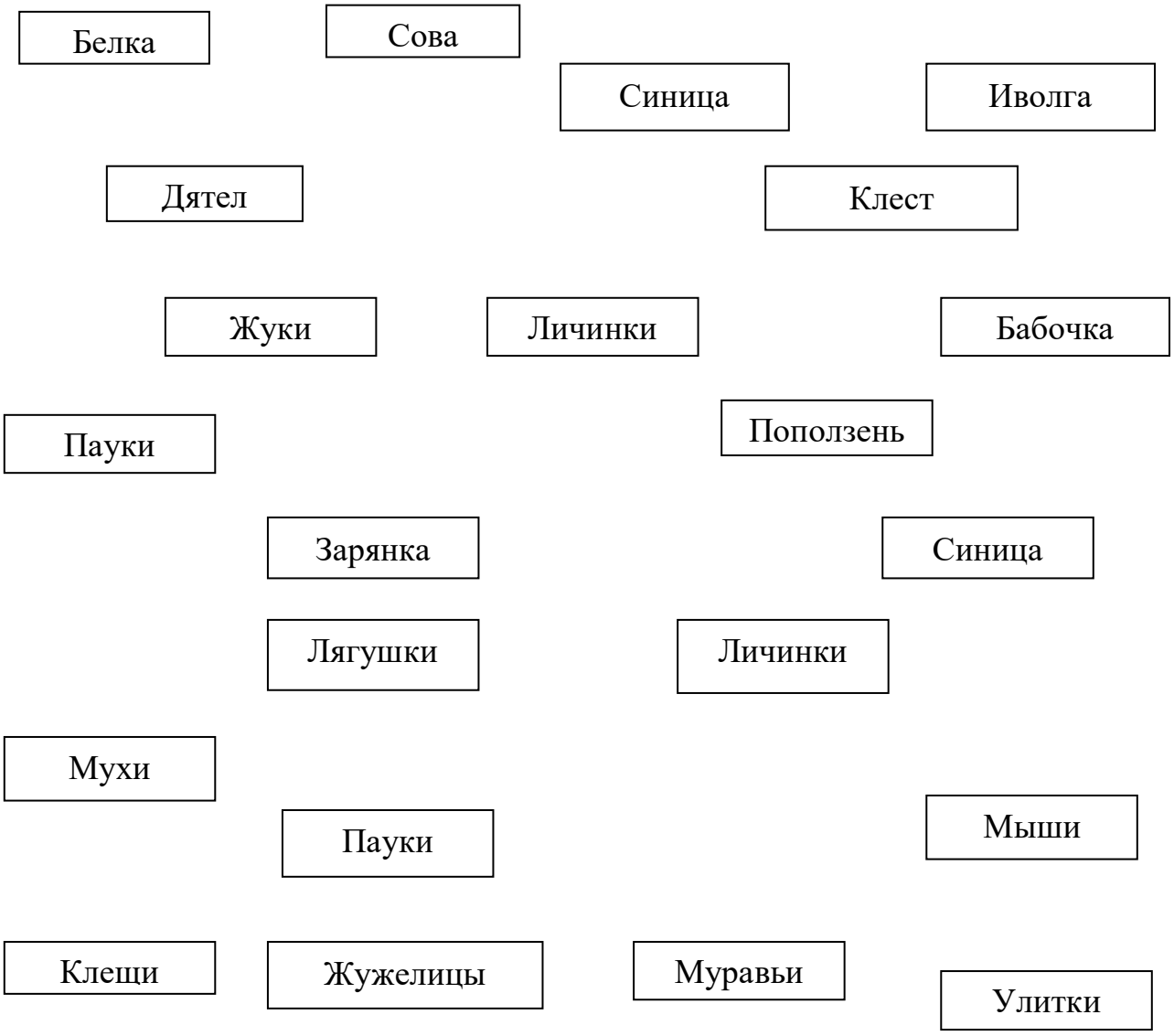
Птицы	***Пищевой рацион***
1. Вороны, грачи, сороки	А. Рыба
2. Клесты, щеглы, зяблики	Б. Моллюски
3. Дрозды, скворцы, попугаи	В. Нектар цветков
4. Колибри	Г. Плоды
5. Дятлы, ласточки, стрижи	Д. Зерна, семена
6. Кулики, гаги, турпаны	Е. Насекомые
7. Бакланы, крачки	Ж. Пресмыкающиеся
8. Птица - секретарь	З. Мелкие пресмыкающие

9. Цапли	И. Падаль
10. Совы, канюки, луки	К. Земноводные
11. Грифы, поморники	Л. Все съедобное

_____
_____
_____

19. Экологическая ниша животного включает в себя не только его местообитание (жилище), но и местообитания потребляемых пищевых ресурсов. Так, птицы, гнездящиеся на деревьях, не редко кормятся на земле, и наоборот. Конкурентные отношения видов (за жилье или пищу) приводят к пространственному разделению экологических ниш.

Ниже вписаны названия животных в соответствии с ярусами их обитания (кто где живет). Укажите, используя свои знания по биологии, кто чем питается (или где кормится) - сплошной линией и кто с кем конкурирует - пунктиром. Цветными карандашами обозначите пространственные ниши конкурирующих видов.



20. В какой форме передается энергия в экосистеме?

_____
_____
_____

21. Используя знания разделов школьного курса биологии о растениях и животных и их роли в природе, а также информацию из словарей и учебников, выясните сущность приведенных в таблице терминов и оформите таблицу.

Категории организмов	***Их характерные особенности***	***Примеры***
Продуценты		
Консументы 1 порядка (фитофаги)		
Консументы 2 порядка (зоофаги)		
Детритофаги		
Редуценты		

1. водоросли
2. дождевые черви
3. орлы
4. ленточные черви
5. грызуны
6. зоопланктон
7. бактерии, осуществляющие хемосинтез
8. волки
9. паразитические растения
10. грибы
11. мокрицы
12. зеленые растения
13. падальные мухи
14. зебры
15. нематоды
16. блохи
17. азотфиксирующие бактерии
18. гетеротрофные бактерии
19. клесты
20. ногохвостки

22. Определите функциональную роль в экосистеме следующих организмов:

1. клест
2. ястреб
3. стрекоза
4. мукор
5. рысь
9. сосна
10. ящерица
11. пухоед
12. короед
13. клещ

6. жужелица
7. саранча
8. заяц
14. сфагнум
15. подосиновик

Справа в таблицу впишите номера соответствующих каждому уровню организмов.

Продуценты	
Консументы 1 порядка	
Консументы 2 порядка	
Редуценты	

Приведите пример пищевой цепи из четырех - пяти трофических уровней, выбрав необходимые организмы из предложенных в задании:

_____
_____
_____

23. Сформулируйте понятие "агроценоз" и покажите его отличие от биоценозов.

_____
_____
_____
_____

24. Известно, что в агроценоз внесена доза инсектицида, равная 0,06 мкг/кг зелёной массы. Смертельная доза инсектицида, внесённого на сельскохозяйственные угодья, для птиц составляет 0,8 мкг/кг (если упрощённо считать, что летальная доза одинакова для всех видов). В каких пищевых цепях птицы не погибнут (считайте, что в пищевой цепи каждое звено является основным видом корма для следующего)?

а) растение → клоп вредная черепашка → воробей полевой;
б) растение (семена) → перепел;
в) растение → тля (расселительная крылатая стадия) → стриж → чеглок;
г) растение → гусеница → лягушка → уж → змееяд

25. Определите вторичную продукцию (консументы 1-го порядка) небольшой лесной экосистемы площадью 10 км^2, если известно, что в эту экосистему в мае - сентябре на 1 см^2 поступает в среднем 20 кКал солнечной энергии за месяц. На фотосинтез используется не более 1% поступившей энергии, а на создание 1 г органического вещества растения

затрачивают примерно 500 кал. Консументы без ущерба для растений могут потреблять не более 10% чистой первичной продукции.

_____
_____
_____
_____
_____
_____

26. Проанализируйте предложенные цепи питания и укажите ошибки в них:

а) сосна → белка → куница → клещ;
б) растения → мышь → еж → лиса → сова;
в) листовой опад → червь → крот → лиса → блоха;
4) мертвая органика → могильщик → воробей → ястреб → коршун

27. Составьте свои примеры пищевых цепей для экосистем А,Б,В. Укажите, кто в ваших примерах является продуцентами, консументами:
*А) луг*_____
_____
*Б) тайга*_____
_____
*В) озеро*_____
_____

28. Можно ли город рассматривать как особую экосистему? Свой ответ обоснуйте.

_____
_____
_____
_____

29. Почему продолжительности жизни многих растений в городе в 2-3 раза меньше, чем в естественных экосистемах?

_____
_____
_____

30. Какие изменения экосистем называют сукцессиями? Приведите примеры.

_____
_____
_____
_____

31. Тест по теме «Биоценоз. Экосистемы»

1. Сообщество организмов, населяющее данную территорию, называют:

а) биогеоценозом;
б) биоценозом;
в) экосистемой;
г) популяцией.

2. Устойчивость природных экосистем связана с:

а) высокой продуктивностью растений;
б) наличием массы органических веществ;
в) большим видовым разнообразием;
г) интенсивной работой микроорганизмов.

3. Абиотическая часть биоценоза называется:

а) экотипом;
б) экотопом;
в) геоценозом;
г) биоценозом.

4. Азотфиксирующие бактерии относятся к:

а) продуцентам;
б) консументам I;
в) консументам II;
г) редуцентам.

5. Экологическая ниша – это:

а) территория, занимаемая растением, или жилище конкретного животного;
б) местообитание особей данного вида;
в) комплекс биоценотических связей и требований к абиотическим факторам среды;
г) нет правильного ответа.

6. Устойчивость природных экосистем связана с:

а) высокой продуктивностью растений
б) наличием массы органических веществ
в) большим видовым разнообразием

г) интенсивной работой микроорганизмов

7. В лиственничных лесах на северо-востоке России к подкроновым пятнам приурочены зеленые мхи, в а межкроновых участках развивается сплошной покров лишайников. Это пример:

а) флуктуаций

б) фитогенной мозаичности

в) зоогенной мозаичности

г) смены аспектов

8. Экотон – это:

а) сообщество организмов, населяющее данную территорию;

б) биокосная система, состоящая из совокупности абиотических условий среды и организмов;

в) совокупность факторов окружающей среды, влияющих на состав и структуру биоценоза;

г) пограничная зона между двумя биогеоценозами.

9. Роль продуцентов в экосистемах заключается:

а) в создании запаса неорганических соединений;

б) в разложении мертвого органического вещества;

в) в потреблении готового органического вещества;

г) в создании органического вещества за счет неорганических соединений.

10. Детрит – это:

а) горная порода

б) донный ил

в) мертвые остатки растений и животных

г) перегной.

11. Эдификаторы – это

а) виды, преобладающие по численности

б) виды-соучастники, в силу своих размеров, массы и особенностей жизненного цикла сравнительно мало влияющие на другие виды и среду

в) виды, обладающие мощным средообразующим действием

г) виды, за счет которых создается видовое богатство биоценоза.

12. Основную массу живого вещества океана составляют:

а) животные

б) бактерии

в) растения

г) грибы

13. Роль консументов в экосистемах заключается:

а) в создании запаса неорганических соединений;

б) в разложении мертвого органического вещества;

в) в потреблении готового органического вещества;

г) в создании органического вещества за счет неорганических соединений.

14. Совокупность популяций организмов, жизнедеятельность которых в пределах одного биогеоценоза трофически или топически связана с центральным видом, называется:

а) консорция;

б) парцелла;

в) бенталь;

г) стагнация.

15. Рудеральная стратегия свойственна:

а) конкурентно мощным растениям;

б) видам с медленным ростом, адаптированным к неблагоприятным условиям среды;

в) энергично размножающимся видам, заглушающим другие растения энергией жизнедеятельности и полнотой использования ресурсов среды;

г) видам, отличающимся высоким репродуктивным потенциалом и быстрым ростом.

16. Количество энергии, передаваемое с одного трофического уровня на другой, составляет от количества энергии предыдущего уровня:

а) 1%

б) 5%

в) 10%

г) 60%

17. Энергия в пищевых цепях может передаваться:

а) на 1–3 трофических звена;

б) на 2–4 трофических звена;

в) на 3–5 трофических звена;

г) на 4–6 трофических звена.

18. Из перечня организмов к детритофагам не относятся:

а) дождевые черви;

б) двупарноногие многоножки;

в) пескожил;

г) личинки капустной белянки.

19. Биотопы с непостоянной продолжительностью существования называются:

а) второстепенными;

б) эфемерными;

в) стенобионтными;

г) эврибионтными.

20. Организмы, питающиеся готовыми органическими веществами, относятся к:

а) автотрофам;

б) продуцентам;

в) хемотрофам;

г) гетеротрофам.

21. Согласно правилу пирамиды чисел:

а) общее число особей, участвующих в цепях питания, с каждым звеном уменьшается;

б) на каждом предыдущем трофическом уровне количество биомассы, создаваемой за единицу времени, меньше, чем на последующем;

в) суммарная масса растений сообщества оказывается больше, чем биомасса всех фитофагов;

г) общее число особей, участвующих в цепях питания, с каждым звеном увеличивается.

22. Согласно правилу биологического усиления концентрация токсических веществ в пищевой цепи:

а) уменьшается при переходе от одного трофического уровня к другому в 5 раз;

б) уменьшается при переходе от одного трофического уровня к другому в 10 раз;

в) увеличивается при переходе от одного трофического уровня к другому в 5 раз;

г) увеличивается при переходе от одного трофического уровня к другому в 10 раз.

23. На стадии климакса биомасса экосистемы:

а) снижается;

б) увеличивается;

в) периодически подвержена изменениям;

г) остается неизменной.

24. Для океана правило пирамиды биомасс имеет «перевернутый вид», так как:

а) на низших трофических уровнях преобладает тенденция к накоплению биомассы;

б) на низших трофических уровнях преобладает тенденция к уменьшению биомассы;

в) на низших трофических уровнях преобладает тенденция к накоплению биомассы;

г) на низших трофических уровнях преобладает тенденция к уменьшению биомассы.

25. Передача энергии в экосистеме происходит последовательно:

а) от редуцентов через продуцентов к консументам;

б) от продуцентов через консументов к редуцентам;

в) от консументов через редуцентов к продуцентам;

г) от продуцентов через редуцентов к консументам.

26. Трофическая цепь эксплуататоров может начинаться:

а) с коровы;

б) с одуванчика;

в) с волка;

г) с гриба боровика.

27. Сукцессия с энергетических позиций характеризуется:

а) неравенством биомассы и энергетических затрат системы;

б) равенством биомассы и энергетических затрат системы;

в) неравенством продуктивности и энергетических затрат системы;

г) равенством продуктивности и энергетических затрат системы.

28. Какой процент солнечной энергии используется растениями в процессе фотосинтеза?

а) 1%

б) 5%

в) 10%

г) 70%

29. Можно считать, что львы и тигры находятся на одном и том же трофическом уровне, потому что и те и другие:

а) поедают растительноядных животных;

б) живут в сходных местообитаниях;

в) имеют примерно одинаковые размеры;

г) все ответы верны.

30. Роль редуцентов в экосистемах заключается:

а) в создании запаса неорганических соединений;

б) в разложении мертвого органического вещества;
в) в потреблении готового органического вещества;
г) в создании органического вещества за счет неорганических соединений.

31. Для коренного сообщества не характерны:
а) динамичность и неустойчивость;
б) сбалансированный круговорот веществ;
в) сложные межвидовые связи;
г) четкое распределение видов по экологическим нишам.

32. На долю ястреба-змееяда в пищевой цепи нивяник → бабочка → воробей → уж → ястреб-змееяд приходится от первоначальных 100% энергии:
а) 10%;
б) 1%;
в) 0,1%;
г) 0,01%.

33. В цепи выедания размеры организмов при переходе от одного трофического уровня к другому:
а) остаются приблизительно одинаковыми;
б) постепенно уменьшаются;
в) постепенно увеличиваются;
г) могут, как уменьшаться, так и увеличиваться.

34. Круговорот атомов может поддерживаться в экосистеме без участия:
а) неорганических молекул в усвояемой форме;
б) продуцентов;
в) консументов;
г) редуцентов.

35. Детритная пищевая цепь может начинаться:
а) с опавших листьев;
б) с зеленых растений;
в) с дождевого червя;
г) с придонных организмов-фильтраторов.

36. Основной поток энергии в водных экосистемах проходит через:
а) цепи выедания;
б) цепи разложения;
в) цепи паразитов;

г) все типы цепей питания равномерно.

37. Правило трех нижних уровней иерархии системы гласит:

а) разрушение трех высших уровней иерархии системы ведет ее к гибели;

б) разрушение трех любых уровней иерархии системы ведет ее к гибели;

в) разрушение трех нижних уровней иерархии системы не вызывает ее деградации и гибели, так как она способна к саморегуляции;

г) разрушение трех и более нижних уровней иерархии системы ведет ее к гибели.

38. К макроэкосистемам относится:

а) березовый лес;

б) Тихий океан;

в) биосфера;

г) небольшой водоем.

39. Пирогенная сукцессия – это:

а) смена экосистемы в результате пожара;

б) смена экосистемы в результате хозяйственной деятельности человека;

в) смена экосистемы, происходящая вследствие катастрофических происшествий;

г) смена экосистемы в результате процессов, происходящих внутри самого сообщества.

40. Согласно правилу пирамиды продукции:

а) общее число особей, участвующих в цепях питания, с каждым звеном уменьшается;

б) на каждом предыдущем трофическом уровне количество биомассы, создаваемой за единицу времени, меньше, чем на последующем;

в) суммарная масса растений сообщества оказывается больше, чем биомасса всех фитофагов;

г) на каждом предыдущем трофическом уровне количество биомассы, создаваемой за единицу времени, больше, чем на последующем.

41. В трофической цепи паразитов размеры организмов при переходе от одного звена к другому:

а) остаются приблизительно одинаковыми;

б) постепенно уменьшаются;

в) постепенно увеличиваются;

г) могут, как уменьшаться, так и увеличиваться.

42. Основной поток энергии в наземных экосистемах проходит:

а) через цепи выедания;

б) через цепи разложения;

в) через цепи паразитов;

г) через все типы цепей питания равномерно.

43. Согласно правилу пирамиды биомассы:

а) общее число особей, участвующих в цепях питания, с каждым звеном уменьшается;

б) на каждом предыдущем трофическом уровне количество биомассы, создаваемой за единицу времени, меньше, чем на последующем;

в) суммарная масса растений сообщества оказывается больше, чем биомасса всех фитофагов;

г) на каждом предыдущем трофическом уровне количество биомассы, создаваемой за единицу времени, больше, чем на последующем.

32. Назовите понятия, исходя из следующих определений:

1. Любая совокупность организмов и неорганических компонентов, в которой может осуществляться круговорот веществ, – _____;

2. Однородный участок земной поверхности с определенны составом живых компонентов и факторов неживой природы, динамично взаимодействующих друг с другом путем обмена веществ и энергии, – _____;

3. Автотрофные организмы экосистемы, способные строить свои тела за счет неорганических соединений, – _____;

4. Гетеротрофные организмы экосистемы, потребляющие готовое органическое вещество, – _____;

5. Организмы, живущие в экосистемах за счет мертвого органического вещества, – _____;

6. Цепи взаимосвязанных видов, последовательно извлекающих материалы и энергию из исходного пищевого вещества, – _____;

7. Трофические цепи, начинающиеся с фотосинтезирующих организмов, – _____;

8. Трофические цепи, которые начинаются с отмерших останков растений, трупов и экскрементов животных, – _____;

9. Органическая масса, создаваемая растениями за единицу времени, – _____;

10. Прирост в экосистеме за единицу времени массы консументов – _____;

11. Суммарная масса организмов данной экологической группы или всего сообщества в целом – _____.

33. Приведите примеры и объясните различия в пирамидах численности А и Б (рис. 9):

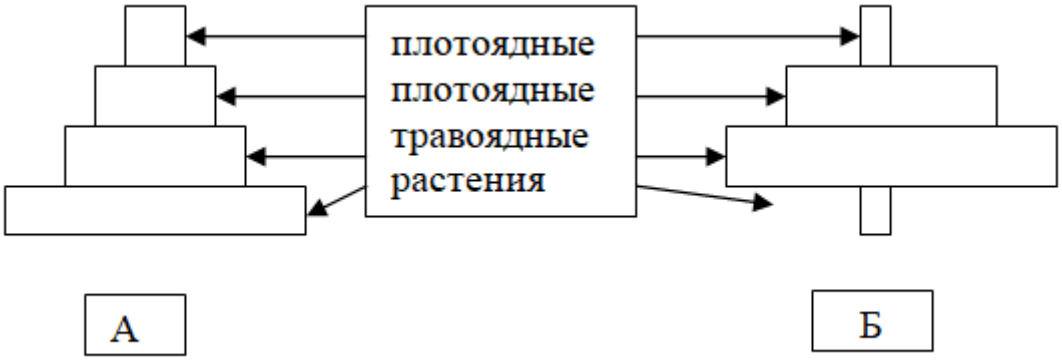


Рис.9. Пирамиды численности

34. В степном заповеднике на участке, полностью огражденном от травоядных млекопитающих, урожай трав составил 5,2 ц/га, а на выпасаемом участке – 5,9. Почему устранение консументов понизило продукцию растений?

_____
_____
_____

35. Используя правило Линдемана (правило 10%), постройте пирамиды биомассы и численности для следующей пищевой цепи лесной просеки:

растения → личинки насекомых → синица → сокол

Биомасса травянистых растений данного участка 10 тыс. кг, одного травянистого побега - 1 г (0,001 кг) 1личинки - 2 г, 1 синицы - 20 г, 1 сокола - 1 кг.

_____
_____
_____
_____
_____

36. Как будет меняться концентрация загрязнителей в цепях питания (многие загрязнители накапливаются в клетках и тканях организмов, не высвобождаются в окружающую среду), в каких дозах они будут поступать в организм человека в зависимости от потребляемой пищи (растения, травоядные, хищные животные, грибы и т.д.)?

_____
_____
_____
_____
_____

37. На основании правила экологической пирамиды определите, сколько по массе нужно кузнечиков, если только ими питаются лягушки, чтобы масса аиста возросла на 1 кг?

_____
_____
_____

38. Какой должна быть экосистема космического корабля для полетов на долгие годы?

_____

39. Постройте пирамиду чисел пищевой цепи предполагая, что животные каждого трофического уровня питаются только организмами предыдущего уровня:

растения → кузнечики → лягушки → ужи → ястреб → змееяд

Биомасса растений на исследуемой территории составляет 40 тонн. Биомасса 1 побега травянистого растения 5 г (0,005 кг); 1 кузнечика – 1 г (0,001 кг); 1 лягушки – 10 г (0,01 кг); 1 ужа – 100 г (0,1 кг); 1 змееяда – 2 кг.

_____
_____
_____
_____
_____

40. Сравните ежегодный прирост зеленой массы и запасы мертвых растительных остатков (подстилки в лесах, ветоши – в степях) в разных экосистемах. Определите, в каких экосистемах круговорот веществ более интенсивен?

_____
_____
_____

41. Установлено, что в 100 г тела хищной птицы (консумент III порядка) содержится 300 кКал энергии, а КПД фотосинтеза в лесу составляет 2%. Какое максимальное количество этих птиц со средней

массой 0,5 кг сможет прокормиться в сообществе, на поверхность которого поступает $4{,}5\times10^9$ кКал солнечной энергии? (Процесс трансформации энергии с одного трофического уровня на другой протекает в соответствии с правилом Линдемана.)

_____
_____
_____
_____
_____

42. Почему в наземных биоценозах биомасса потребителей обычно меньше биомассы фотосинтезирующих организмов, а в некоторых водных биоценозах наоборот?

_____
_____
_____

43. В сложных экосистемах дождевых тропических лесов почва очень бедна биогенными элементами. Как это объяснить? Почему тропические леса не восстанавливаются в прежнем виде, если их свести?

_____
_____
_____

44. Выберите номера правильных суждений (от 0 до 4).

1. На стадии пионерных сообществ практически вся часть прироста растительной массы потребляется гетеротрофами;
2. В зрелых экосистемах чистая продукция, приближается к нулю;
3. В ходе сукцессии темпы прироста биомассы постепенно увеличиваются;
4. Пионерные сообщества отличаются относительной видовой бедностью.

45. Дайте определение понятию «трофический уровень». Какая часть энергии переходит на последующий трофический уровень?

_____
_____
_____

46. Можно ли считать, что волки и львы находятся на одном и том же трофическом уровне, потому что и те и другие:

а) поедают растительноядных животных_____;

б) используют свою пищу примерно на 10%_____;

в) живут на суше_____;
г) имеют крупные размеры_____;
д) диета их очень разнообразна_____.

47. Выберите номера правильных суждений (от 0 до 4).

1. Первичные сукцессии возникают в результате процессов, происходящих внутри самого сообщества_____;
2. В ходе сукцессии происходит формирование более устойчивых комбинаций видов_____;
3. Все сукцессионные смены идут с участием, как автотрофного, так и гетеротрофного населения_____;
4. Все сукцессии можно классифицировать на первичные и вторичные смены_____.

48. Какое количество травы с 1 га в год необходимо для того, чтобы процветала популяция травяной лягушки, если (в пересчете на сухое вещество) лягушки получают с третьего трофического уровня 210,7 кКал/га в год, со второго - 599,6 кКал/га в год при калорийности сухого вещества 5 кКал/г и содержании воды в зеленой массе 75%. (Расчеты ведутся по сухому веществу, а ответ дается в пересчете на сочную траву.)

_____
_____
_____
_____
_____
_____

49. Восстановите последовательность этапов сукцессии по Ф. Клементсу:

1. Приживание организмов на новом участке_____;
2. Преобразование живыми организмами местообитания, постепенная стабилизация условий и отношений_____;
3. Возникновение незанятого жизнью участка_____;
4. Конкуренция организмов между собой и вытеснение отдельных видов_____;
5. Миграция на незанятый жизнью участок различных организмов или их зачатков_____.

50. В любом биогеоценозе совершаются превращения воды и других веществ. В чем состоят различия в превращении энергии и в превращении веществ в биогеоценозах?

_____
_____

_____
_____

51. При выращивании каких животных будут наименьшими затраты корма для получения одинаковой биомассы: коров, кур или рыб?

_____
_____
_____

52. Назовите понятия, исходя из следующих определений:

1. Последовательная смена во времени на определенном участке земной поверхности одних биоценозов другими – _____;
2. Смена сообщества, вызываемая внешними по отношению к нему факторами, – _____;
3. Смена сообщества в результате процессов, происходящих внутри самой системы, – _____;
4. Сукцессии, начинающиеся на лишенных жизни местах, – ._____;
5. Восстановительные смены, идущие на месте ранее сформированных, но нарушенных биоценозов – _____;
6. Начальные группировки сукцессионной серии – _____;
7. Устойчивое сообщество, являющееся конечным итогом сукцессии – _____.

53. Приведите примеры пастбищных пищевых цепей (из 3-4 звеньев):

*А) в лесной экосистеме:*_____
_____
*Б) в экосистеме водоема:*_____
_____
*В) в агроэкосистеме:*_____
_____

54. Выберите правильные ответы (от 0 до 5) из предложенных вариантов. Примерами первичной сукцессии выступают:

а) восстановление елового леса после пожара_____;
б) зарастание водоема_____;
в) восстановление лиственного леса после засухи_____;
г) заселение живыми организмами сыпучих песков_____;
д) появление живых существ на наносах рек_____.

55. На основании правила экологической пирамиды определите, сколько по массе нужно потребить полевым мышам злаковых растений, чтобы масса хищника ласки, который ими питается, возросла на 100 г.

_____
_____
_____

56. В 60-е годы XX в. на колхозных полях использовался инсектицид ДДТ, который не разлагался в почве. В ближайших к полям водоемах его концентрация в воде составляла 0,02 единицы ПДК (предельно допустимой концентрации). Можно ли было человеку употреблять в пищу рыбу со второго и третьего трофических уровней таких водоемов, если в них существовала следующая пищевая цепь:

водоросли → карась → щука?

_____
_____
_____

57. Выберите номера правильных суждений (от 0 до 4).

1. Ни одна экосистема Земли не имеет полностью замкнутого круговорота веществ_____;
2. Осуществлять круговорот веществ в экосистемах могут только функционально идентичные группы организмов_____;
3. При изменении химизма среды все остальные компоненты экосистемы благодаря устойчивости остаются неизменными_____;
4. Уничтожение одного вида живых существ может вызвать к полному уничтожению экосистемы_____.

58. В каких случаях правильнее употреблять термин «пищевая сеть», а не «пищевая цепь»?

_____
_____
_____

59. Используя правило Линдемана (правило 10%), постройте пирамиды биомассы и численности для следующей пищевой цепи луга:

растения → кузнечик → лягушка → аист

Биомасса всех растений луга 40 тыс. кг, одного травянистого побега - 0,5 г (0,0005 кг), 1 кузнечика - 1 г, 1 лягушки - 10 г, 1 аиста - 2 кг.

_____
_____
_____
_____
_____

60. Выберите правильные ответы (от 0 до 5) из предложенных вариантов. Начальные группировки сукцессионных серий:

а) называются коренными сообществами_____;

б) отличаются большой динамичностью_____;

в) характеризуются преобладанием мелкоразмерных видов_____;

г) состоят из видов с относительно низким потенциалом размножения_____;

д) способны к длительному самоподдержанию_____.

61. Определите финальное распределение площадей лесного фонда по трем типам состояний, если процесс зарастания вырубок древостоями лиственных пород занимает срок 60 лет, затем хвойные сменяют лиственные за 110 лет и один раз в 100 лет все площади, занятые хвойными породами, вырубаются.

_____
_____
_____
_____
_____

62. Выберите правильные ответы (от 0 до 5) из предложенных вариантов. Общими для агроценозов и природных сообществ являются следующие признаки:

а) в них существуют продуценты, консументы и редуценты_____;

б) в них осуществляется круговорот веществ_____;

в) наличие в них трофических цепей, в состав которых входит человек_____;

г) весь комплекс организмов в них формируется в результате естественного отбора_____;

д) в них обнаруживается высокое видовое разнообразие_____.

63. Совместимы ли высокая устойчивость и высокая продуктивность агроэкосистемы?

_____
_____

64. Заполните таблицу 22 «Циклические изменения экосистем».

Циклические изменения экосистем	***Причины***	***Примеры***
Суточные изменения		
Сезонные изменения		
Многолетние изменения		

65. Какое максимальное количество консументов II порядка со средней массой 5 кг сможет прокормиться в сообществе, на поверхность которого поступает 5×10^8 кКал солнечной энергии, если в 1 кг тела хищника содержится 500 кКал энергии, а КПД фотосинтеза в лесу составляет 1%? (Процесс трансформации энергии с одного трофического уровня на другой протекает в соответствии с правилом Линдемана).

_____
_____
_____
_____
_____

66. Выберите правильные ответы (от 0 до 5) из предложенных вариантов. Вторичные сукцессии характеризуются следующими признаками:

а) начинаются в том случае, если в уже сложившихся сообществах нарушены установившиеся связи организмов_____;

б) совершаются медленнее, чем первичные сукцессии_____;

в) проходят труднее, чем первичные сукцессии_____;

г) идут с участием как автотрофного, так и гетеротрофного населения_____;

д) начинаются на лишенных жизни местах_____.

67. Конструируя лесополосы, парки, сады, человек подбирает небольшое число основных видов. В природных биоценозах видов во много раз больше. Значит ли это, что мы не можем создавать устойчивые сообщества?

_____
_____
_____
_____

68. Заполните таблицу «Поступательные изменения экосистем (сукцессии)». К какому типу сукцессий относятся ниже перечисленные изменения экосистем?

Типы сукцессий		***Краткая характеристика***	***Примеры***
Автогенные	Первичные автотрофные		
	Вторичные автотрофные		
	Гетеротрофные (деградационные)		
Аллогенные			

1) зарастание озера;
2) смена лиственного леса хвойным;
3) мелиоративное осушение болот;
4) зарастание просеки;
5) зарастание сорняками заброшенного огорода;
6) формирование сфагновых болот на месте низинных из-за накопления торфа;
7) появление на безжизненном субстрате бактерий и водорослей;
8) загрязнение водоемов;
9) разложение трупа животного;
10) восстановление леса после пожара;
11) неумеренный выпас скота;
12) после вырубки на открытом пространстве развиваются вейник, иван-чай; позднее прорастают светолюбивые лиственные породы (осина, береза, ивы и др.), поселяются кустарники;
13) изменение состава и структуры экосистемы в результате массового размножения интродуцированного человеком какого-либо вида животного;
14) гниение яблока;
15) формирование растительности после отступления ледников.

69. Допустим, что процесс зарастания вырубок древостоями лиственных пород занимает 60 лет, хвойные сменяют лиственные за 100 лет. Необходимо, чтобы площадь вырубок в составе всего лесного фонда

не превосходила 8%. Какова для выполнения этого условия должна быть интенсивности рубок в хвойной части лесонасаждений?

_____
_____
_____
_____
_____

70. Общее количество энергии Солнца, поступающей в биогеоценоз, составляет 5×10^6 кДж, в чистую продукцию при этом переходит 2%.На прирост биомассы консументы I и II порядков тратят по 10% своего пищевого рациона. Какое количество энергии (кДж) тратят на дыхание консументы 3-го порядка, если на прирост биомассы они расходуют 20% и с экскрементами выделяется 10% энергии рациона?

_____
_____
_____
_____
_____

71. Что произойдет в природе, если представить, что все сообщества достигнут стабильного состояния и виды, связанные с неустойчивыми стадиями исчезнут?

_____
_____
_____

72. Можно ли сформировать плодовый сад по принципу зрелого сообщества?

_____
_____

73. У благородного оленя 52% питательных веществ потребленной пищи используется на дыхание, 30% выделяется с экскрементами в непереваренном виде. Рассчитайте, сколько килограммов зеленой массы в среднем должен ежедневно съедать олененок, чтобы его масса за летний период увеличилась на 18 кг, если принимать во внимание, что содержание сухого вещества в зеленой массе растений не превышает 10%.

_____
_____
_____
_____
_____

Тема 7. **Биосфера. Учение В.И. Вернадского о биосфере и ноосфере. Круговорот элементов в биосфере**

1. Дайте определение понятиям:

Биосфера - _____
_____
_____

Ноосфера - _____
_____
_____

2. Какие вещества составляют биосферу?

_____
_____
_____
_____
_____

3. Обоснуйте границы биосферы в пределах атмосферы, гидросферы, литосферы. Отметьте границы биосферы (верхняя граница в атмосфере, нижняя граница в океане, нижняя граница в земной коре) на рис. 10:

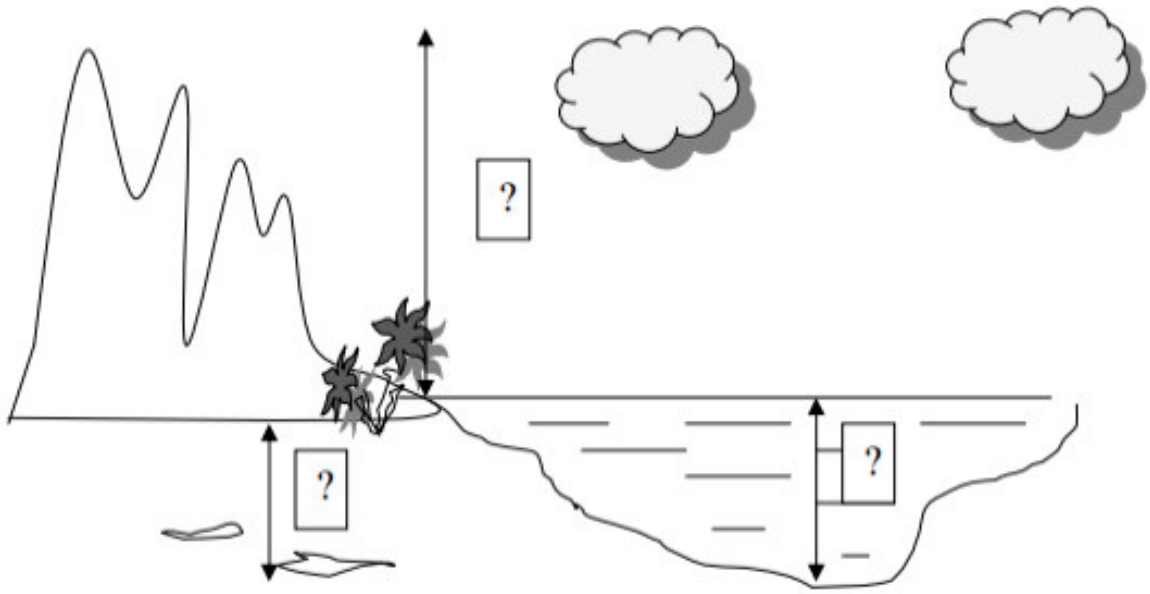


Рис. 10. Границы биосферы

_____
_____
_____
_____

4. Заполните таблицу «Составляющие биосферы»:

Вещество	***Краткая характеристика***	***Примеры***
Живое вещество		
Косное вещество		
Биогенное вещество		
Биокосное вещество		

5. Раскройте главные закономерности эволюции биосферы, придерживаясь схемы описания этапов, показанных в таблице:

Этап	***Процессы на Земле***	***Сущность процессов, их последствия***	***Геологический период (сроки)***
Добиотическая эволюция	Образование планеты Земля. Возникновение атмосферы. Образование органических веществ. Появление круговорота органических веществ		
Биотическая эволюция	Возникновение жизни. Появление фотосинтезирующих растений		

6. Заполните таблицу «Основные функции живого вещества»:

Функции живого вещества	***Краткая характеристика***	***Организмы – «исполнители»***
Газовая		
Концентрационная		
Энергетическая		
Деструктивная		

7. Изобразите в виде схемы влияние живого вещества на все компоненты окружающей природной среды. В свою очередь определите, какие природные условия обеспечивают существование жизни на нашей планете. Сделайте выводы.

Схема:

Выводы:

_____
_____
_____
_____
_____

8. Каким образом живое вещество обеспечивает механизм устойчивого функционирования биосферы?

_____
_____

9. Выберите правильные утверждения:

1) место планеты Земля в иерархической организации Вселенной: Вселенная (метагалактика) – галактика Млечный путь – Солнечная система – Земля_____;

2) около3,5-4 млрд лет назад, когда жизнь на Земле начала зарождаться, существовали атмосфера, гидросфера, почва_____;

3) энергия, заключенная в нефти, угле, торфе – это энергия Солнца, запасенная растениями_____;

4) кислород в атмосфере появился в результате разложения воды_____;

5) благодаря биологическому круговороту веществ биосфера обеспечивает стабильные условия существования всех видов организмов, включая человека_____;

6) почву В.И. Вернадский назвал биокосным веществом, так как она состоит из минеральных компонентов, органических соединений и живых организмов_____;

7) почва была сформирована после заселения суши живыми организмами_____;

8) живые организмы не играют значительной роли в разрушении горных пород и растительных остатков_____.

10. Выберите номера правильных суждений (от 0 до 4):

1. Учение о биосфере является крупным открытием естествознания_____;

2. Самой существенной особенностью биосферы является биогенная миграция атомов, вызываемая энергией Солнца_____;

3. Биосфера является термодинамической оболочкой с температурой от $+100^0$ до -100^0С_____;

4. Верхняя граница биосферы проходит на высоте свыше 22 км над уровнем моря_____.

11. Какие важные события произошли в природной среде Земли в результате деятельности биоты?

_____
_____
_____

12. Экосистемам и биосфере, как глобальной экосистеме, присуще такое свойство, как эмерджентность. Выберите правильное определение закона эмерджентности:

а) Слагаемые целого не оказывают на его свойства никакого влияния_____;

б) Целое имеет особые свойства, отсутствующие у его частей_____;

в) Целое есть сумма слагающих его составных частей_____.

13. В круговорот газов атмосферы включены такие биогенные элементы как:

А)_____

Б)_____

В)_____

14. В.И.Вернадский в своих книгах мечтал об автотрофности человечества. Что, по вашему мнению, он имел в виду? Ведь мы понимаем, что человек не способен осуществлять фотосинтез и хемосинтез. Каковы современные философские воззрения на автотрофность человека?

_____

_____

_____

15. Выберите номера правильных суждений (от 0 до 4).

1. Элементарной структурной единицей биосферы является биоценоз_____;

2. Человек своей деятельностью преобразует биосферу в ноосферу_____;

3. Преобразования веществ в живых организмах идут за счет энергии, запасенной в ходе фотосинтеза_____;

4. Живое вещество биосферы может быть охарактеризовано суммарной массой_____.

16. Масса всех живых организмов на Земле в миллионы раз меньше, чем масса гидросферы, верхней литосферы и атмосферы. Что означат утверждение, что «динамическая масса экосферы сопоставима с массой других геосфер земли?

_____

_____

_____

_____

_____

_____

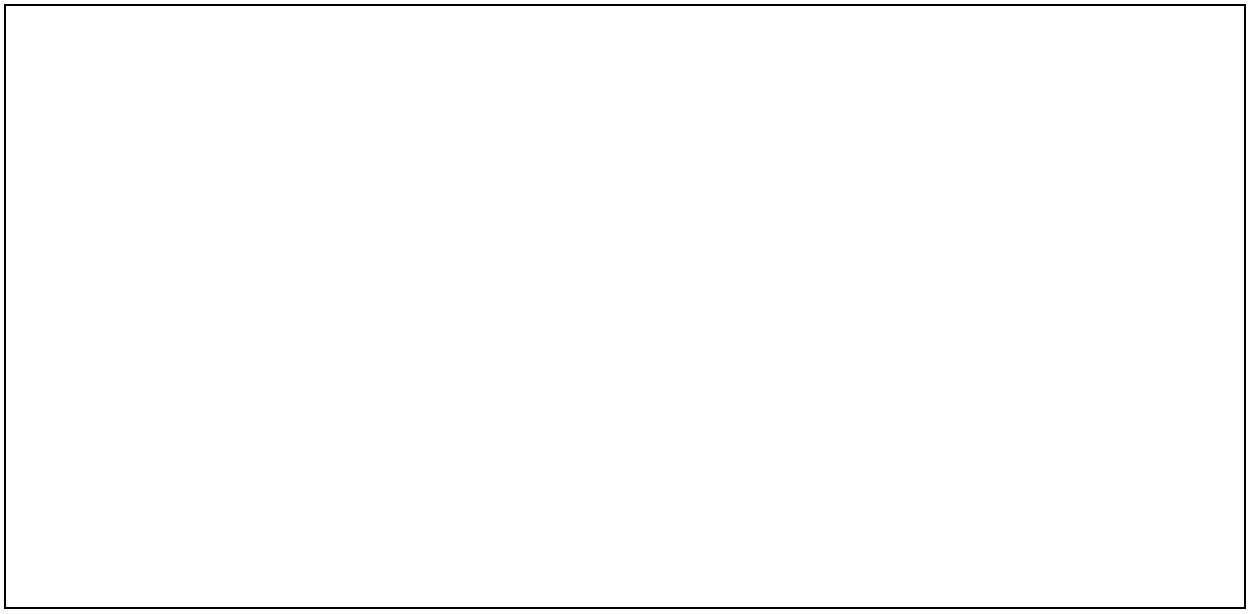
_____

_____

_____

_____

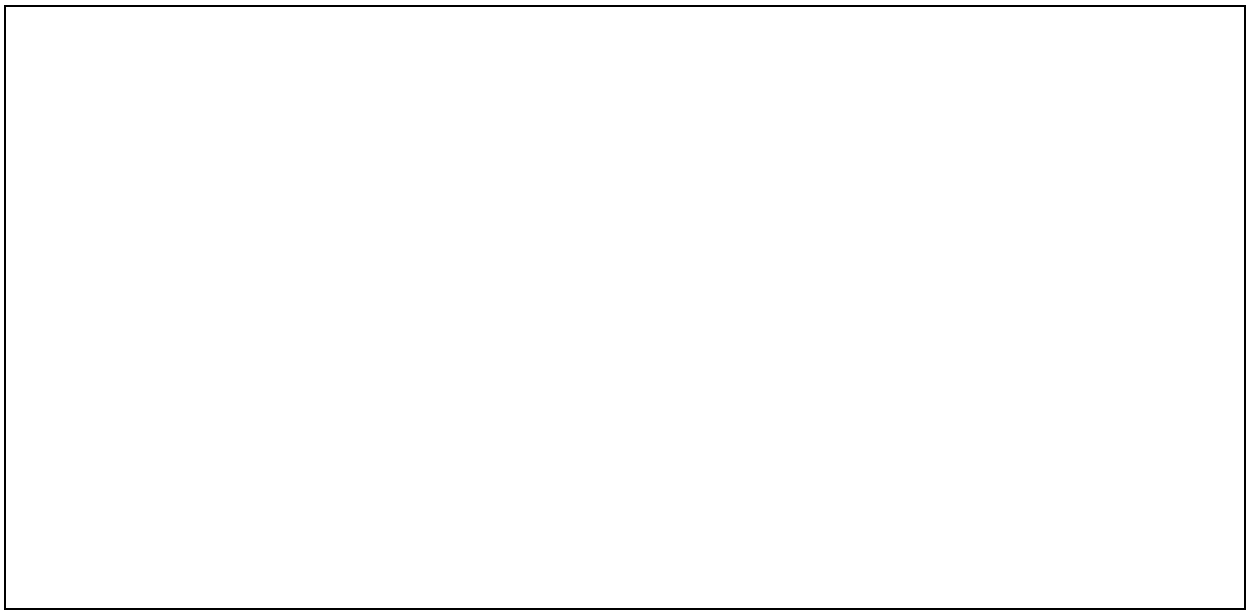
17. Как происходит круговорот азота в природе? Кратко представьте общую схему круговорота.



Через какие каналы атмосферный азот попадает в экосистемы? Какой вклад в круговорот вносит техногенный азот?

_____
_____
_____
_____
_____

18. Как происходит круговорот кислорода в природе? Кратко представьте общую схему круговорота.



Назовите основной источник пополнения запасов кислорода в атмосфере. Укажите, при каких процессах происходит поглощение кислорода из атмосферы. За какое время происходит обновление запаса кислорода в атмосфере?

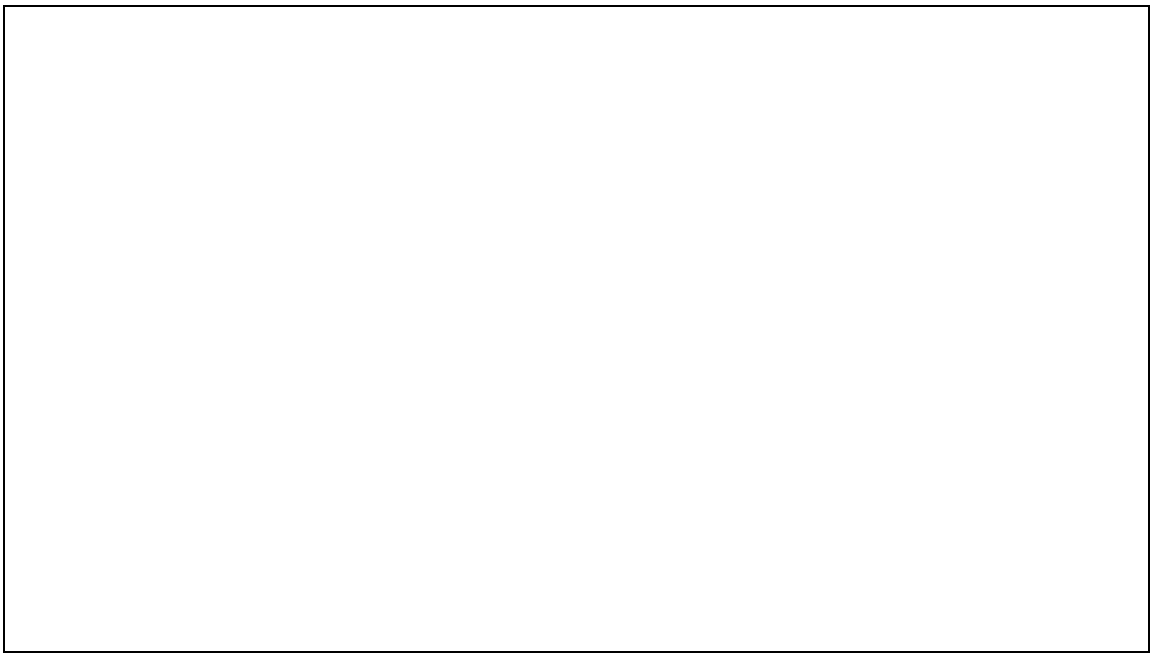
_____
_____
_____
_____
_____

19. Как происходит круговорот углерода в природе? Кратко представьте общую схему круговорота.

Каково соотношение количества «живого» углерода на суше и в океане? Каково соотношение количества «мертвого» углерода в атмосфере и в океане? Какая доля углерода возвращается в атмосферу редуцентами наземных экосистем?

_____
_____
_____
_____
_____

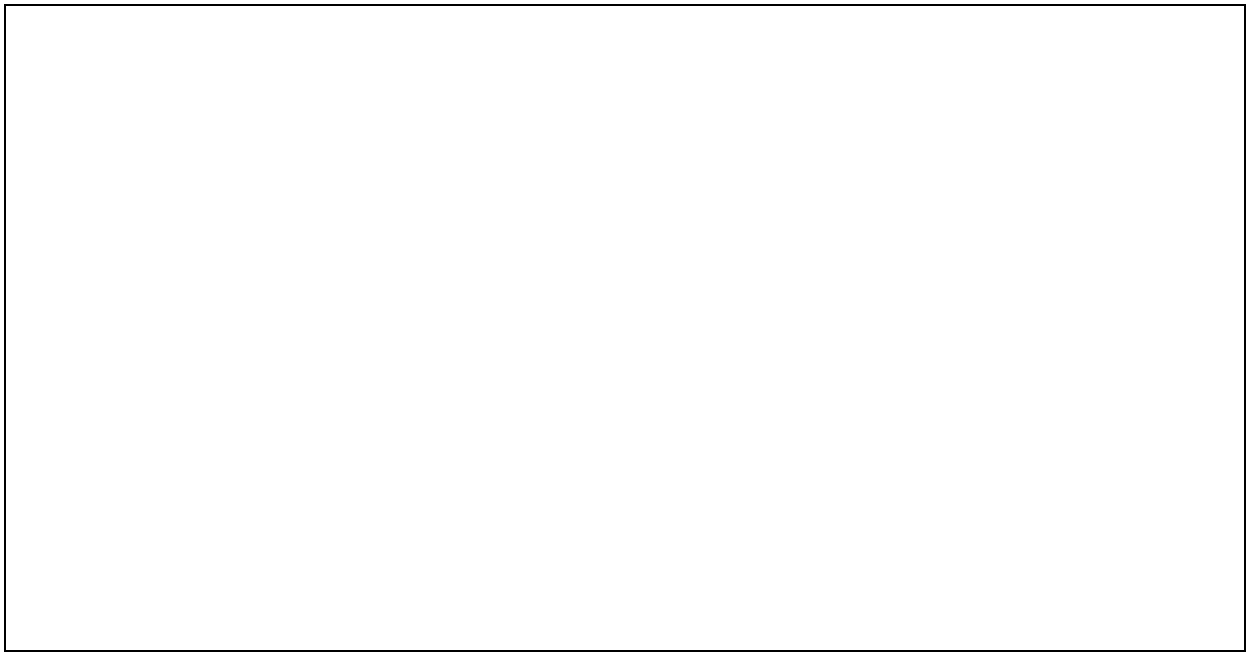
20. Как происходит круговорот фосфора в биосфере? Кратко представьте общую схему круговорота.



Почему круговорот фосфора называется открытым? Где сконцентрированы запасы фосфора? Почему? Какие последствия для сельского хозяйства будет иметь исчерпание запасов фосфора?

_____
_____
_____
_____
_____

21. Как происходит круговорот воды в природе? Кратко представьте общую схему круговорота.



Какой вклад в испарение воды вносит океан? Какой вклад в испарение воды вносят растения? С какой скоростью осуществляется круговорот разных фракций воды?

_____
_____
_____
_____
_____

22. Выберите правильные ответы (от 0 до 5) из предложенных вариантов. Малые круговороты углерода в биосфере могут осуществляться следующим путем:

а) углекислый газ выделяется в атмосферу в процессе фотосинтеза в дневное время, а в ночное время его часть поглощается растениями из среды_____;

б) углекислый газ поглощается из атмосферы в процессе фотосинтеза в дневное время, а в ночное время его часть выделяется растениями в среду_____;

в) углекислый газ атмосферы поглощается в процессе фотосинтеза с образованием органических веществ, а с гибелью растений и животных происходит окисление органических веществ с выделением углекислого газа_____;

г) углекислый газ атмосферы поглощается в процессе фотосинтеза, а при дыхании выделяется в атмосферу_____;

д) углекислый газ атмосферы поглощается в процессе фотосинтеза, а при сжигании органических веществ выделяется в атмосферу_____.

23. Чем отличается производство продукции в биосфере естественной экосистемой от производственной деятельности, осуществляемой человеком в агроэкосистеме?

_____
_____
_____
_____

24. Выберите номера правильных суждений (от 0 до 4).

1. Биогенное вещество биосферы создается одновременно живыми организмами и косными процессами_____;

2. После образования биогенного вещества живые организмы продолжают проявлять в нем свою активность_____;

3. Биокосное вещество биосферы – это нефть, газ, уголь_____;

4. К биокосному веществу биосферы относятся все воды гидросферы_____.

25. К процессам, происходящим в биосфере, часто применяют принцип Ле Шателье – Брауна, известный вам из курса химии, для объяснения причины поддержания в биосфере уравновешенного динамического состояния. Всеобщая связь явлений ведет к тому, что каждое изменение в биосфере может повлечь за собой другие, часто совсем неожиданные последствия. С помощью рис. 11 изобразите схему взаимодействий между компонентами окружающей среды, процессами и явлениями. Стрелками и пунктирными линиями обозначьте прямые и обратные связи, последствия и другие взаимодействия и ответные реакции природных объектов, которые считаете необходимым отметить.

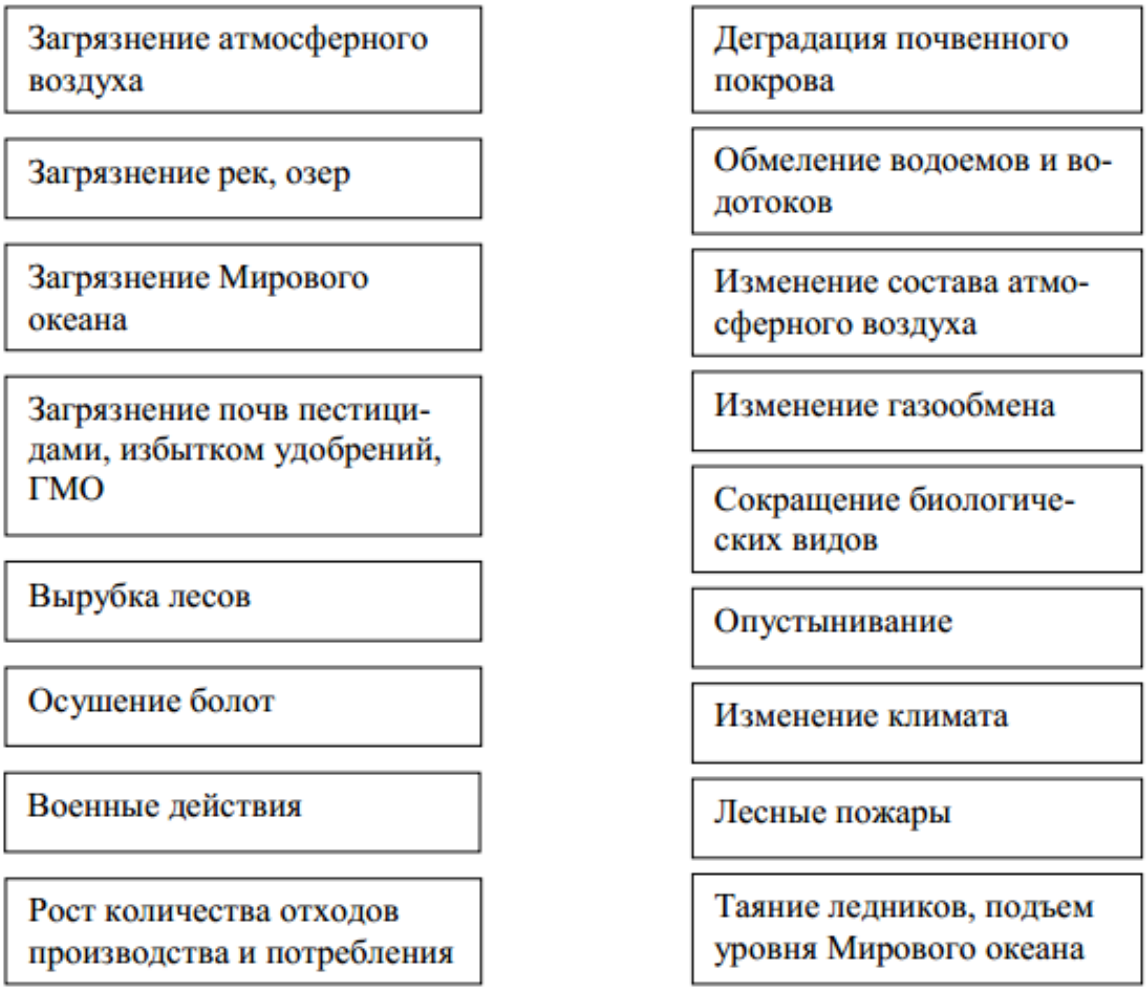


Рис. 11. Всеобщая связь природных явлений и антропогенных воздействий. Обозначения: (например, → – влияет напрямую; ↔ – оба процесса взаимосвязаны; --- – влияет косвенно

26. Тест по теме «Биосфера»

1. В океанах нижняя граница жизни достигает глубины:

а) 2 км;

б) 5 км;

в) 8 км;

г) 11 км.

2. Биохимическая концепция биосферы заключается:

а) в изучении принципов организации и регулирования живой природы;

б) в сложных преобразованиях веществ в живых организмах за счет химической энергии;

в) в извлечении человеком из природы средств для своего существования;

г) в делении биосферы на биогеоценозы.

3. Примером биогенного вещества биосферы является:

а) битум;

б) почва;

в) базальт;

г) кора выветривания.

4. Примером биокосного вещества биосферы является:

а) нефть;

б) почва;

в) гранит;

г) природный газ.

5. Окислительно-восстановительная функция живого вещества биосферы заключается:

а) в миграции и превращении газов;

б) в химическом превращении веществ;

в) в преобразовании физико-химических параметров системы;

г) в разложении организмов после их гибели.

6. Энергетическая функция живого вещества биосферы заключается:

а) в химическом превращении веществ;

б) в аккумулировании продуцентами солнечной энергии;

в) в переносе веществ против силы тяжести и в горизонтальном направлении;

г) в извлечении и накоплении живыми организмами биогенных элементов биосферы.

7. Углерод в биосфере Земли представлен чаще всего:
а) CO;
б) CO_2;
в) $C_6H_{12}O_6$;
г) $(C_6H_{10}O_5)n$.

8. В водоемах миграция углерода осуществляется:
а) через захоронение органических веществ в литосфере;
б) через разложение органических веществ до углекислого газа;
в) через разложение карбонатов до Ca^{2+} и CO_3^{2-};
г) через создание карбонатных систем.

9. Отношение захороненного углерода в продуктах фотосинтеза к углероду в карбонатных системах водоемов составляет:
а) 1:1;
б) 1:2;
в) 1:3;
г) 1:4.

10. Ноогенез связан:
а) с прогрессивным увеличением концентрации кислорода в атмосфере Земли;
б) с прогрессивным увеличением концентрации углекислого газа в атмосфере Земли;
в) с действием факторов биологической эволюции;
г) с преобразованием биосферы под влиянием человеческой деятельности.

11. Атмосфера, гидросфера и литосфера связаны между собой и взаимодействуют через:
а) почву;
б) вихри воздуха;
в) потоки воды;
г) биосферу.

12. Человек должен перейти от позиции антропоцентризма к биоцентризму (экоцентризму), поскольку он – часть биосферы, которая формирует такие условия его жизни, как:
а) сила тяготения Земли, чистая вода, озоновый экран;
б) кислород атмосферы, магнитное поле Земли, плодородная почва;

в) плодородная почва, чистая вода, пригодный для дыхания атмосферный воздух;

г) плодородная почва, чистая вода, благоприятный климат, гравитация.

13. Биологический (малый) круговорот является функцией:

а) сообщества производителей и разрушителей органических веществ;

б) сообщества производителей и разрушителей органических веществ;

в) сообщества продуцентов и консументов;

г) сообщества производителей, потребителей и разрушителей органических веществ.

14. В загрязненной пестицидами экосистеме луга вредные вещества накапливаются в наибольшем количестве в организмах:

а) растений;

б) травоядных животных;

в) хищников;

г) насекомых-опылителей.

15. В живом веществе биосферы Земли в наибольшем количестве присутствуют:

а) углерод, водород, кальций, фосфор;

б) углерод, азот, кислород, водород;

в) углерод, азот, кислород, калий;

г) углерод, озон, водород, фосфор.

16. Какое развитие человечества можно считать устойчивым:

а) такое, при котором общество развивается, но не разрушает своей природной основы;

б) такое, при котором приоритетны интересы экономического развития;

в) такое, при котором главенствует решение экологических проблем;

г) такое, при котором удовлетворяются потребности нынешнего поколения людей, но лишаются такой возможности будущие поколения.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Акимова Т.А. Экология: учебник для вузов / Т.А. Акимова, В.В. Хаскин. – М.: ЮНИТИ, 1998. – 455 с.

2. Вторушина А.Н. Практикум по экологии (для технических вузов): учебное пособие / А.Н. Вторушина, М.Э. Гусельников, А.И. Копытова и др.: Томский политехнический университет. – 2-е изд., перераб. и доп. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 189 с.

3. Демьяков Е.Н., Соболев А.Н., Суматохин С.В. Сборник задач по общей биологии. 9-11 классы. – М.: ВАКО, 2018. – 272 с.

4. Иванова Н.А., Сторчак Т.В., Юмагулова Э.Р. Лабораторный практикум по экологии: Учебно-методическое пособие / Н.А. Иванова, Т.В. Сторчак, Э.Р. Юмагулова. – Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. ун-та, 2014. – 201 с.

5. Лукашевич О.Д. Практические работы по экологии и охране окружающей среды: методическое пособие/ О.Д. Лукашевич, М.В. Колбек, С.А. Филичев. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2009. – 80 с.

6. Петунин О.В. Сборник заданий и упражнений по общей экологии: Учебное пособие для преподавателей и студентов высших учебных заведений / О.В. Петунин – Прокопьевск: Изд-во ГУ КузГТУ, 2008. – 102 с.

7. Чернова Н. М. Экология: учебное пособие для студентов биологических специальностей вузов / Н.М. Чернова, А.М. Былова. – М.: Просвещение, 1988. – 272 с.

8. Шилов И.А. Экология: Учеб. для биол. и мед. спец. вузов. –М.: Высшая школа, 1998. 512 с.

9. Шмелев Н.А., Сугачкова Е.В. Задания по общей экологии: Учебно-методическое пособие. – Уфа, Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, 2007. – 33 с.

Лилия Мунировна Сафиуллина

ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ

РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ

МИНПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. М. АКМУЛЛЫ»**

Л.М. Сафиуллина

ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

УФА 2020

УДК 574/57.04
ББК 28.080.1

Печатается по решению редакционно-издательского совета Башкирского государственного педагогического университета им. М.Акмуллы

Сафиуллина Л.М., Общая экология: учебно-методическое пособие / Л.М. Сафиуллина – Уфа: Изд-во БГПУ, 2020. – 75 с.

Пособие предназначено для бакалавров дневной формы обучения направления «Биология» профиля «Биоэкология» и «Генетика» естественно-географического факультета Башкирского государственного педагогического университета им. М.Акмуллы.

Учебно-методическое пособие составлено в соответствии с государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология, рабочей программой дисциплины и предназначено для систематизации знаний студентов по дисциплине «Общая и социальная экология», самоконтроля полученных знаний при подготовке к зачету и экзамену.

Предназначено для преподавателей, студентов, учителей и учащихся.

ISBN 978-5-907176-93-5

© Сафиуллина Л.М.
© Издательство БГПУ им. М. Акмуллы, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Правила техники безопасности при работе в лаборатории 5
Введение 7
Среды жизни. Экологические факторы. 10
Абиотические факторы 13
Практическая работа №1. Влияние различных температур на всхожесть семян 14
Практическая работа №2. Влияние фиксированной температуры на всхожесть семян при разной продолжительности времени его воздействия 16
Практическая работа №3. Влияние температуры на процесс ассимиляции 17
Практическая работа №4. Влияние температуры на жизнеспособность листьев разных экологических групп 18
Практическая работа №5. Влияние интенсивности освещения на рост и развитие микроскопических водорослей 20
Практическая работа №6. Влияние лучей различного спектрального состава на рост и развитие микроскопических водорослей. 23
Практическая работа №7. Влияние различных лучей спектра на процесс ассимиляции у высших растений 24
Практическая работа №8. Влияние влажности на прорастание семян . 26
Практическая работа №9. Влияние влажности на рост микроскопических грибов 28
Практическая работа №10. Влияние pH на жизнедеятельность микроскопических водорослей 31
Практическая работа №11. Действие pH на прорастание семян 33
Практическая работа №12. Влияние различной концентрации водородных ионов на урожай растений 35

Практическая работа №13. Влияние тяжелых металлов на всхожесть и развитие семян высших растений 40
Практическая работа №14. Изучение фунгицидного действия ТМ . . 41
Практическая работа №15. Влияние марганцовокислого калия на укоренение черенков 42
Практическая работа №16. Влияние различной дозировки $ZnSO_4$ на развитие аспергилла (*Aspergillus niger*) 43
Биотические факторы 45
Практическая работа №17. Изучение антагонистических взаимоотношений между отдельными почвенными бактериями . . . 46
Практическая работа №18. Влияние ростовых веществ дрожжей на укоренение черенков 47
Практическая работа №19. Влияние ростовых веществ дрожжей на укоренение черенков 48
Адаптации 51
Практическая работа №20. Оптимальные значения факторов среды и экологическая валентность видов 53
Практическая работа №21. Анатомические особенности строения растений в различных условиях жизни 55
Популяции 57
Практическая работа №22. Изучение численности популяций дочернего поколения дрозофил в среде с ограниченным количеством ресурсов 61
Экосистемы. Сообщества 62
Практическая работа №23. Изучение видового разнообразия и цепей питания в искусственной экосистеме 69
Приложение 71
Литература 74

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ЛАБОРАТОРИИ

Лабораторные занятия по экологии проводятся в специально оборудованных помещениях, имеющих подводку электричества, газа, раковину с водопроводной водой. Поверхность столов должна быть покрыта пластиком.

За каждым студентом закрепляется постоянное место, на котором должно быть оборудование, необходимое для проведения конкретного задания, рабочая тетрадь, ручка, карандаш.

В начале занятия студенты знакомятся с определенным заданием, изложенным в учебном пособии, делают записи основных методик в рабочей тетради, а затем приступают к выполнению работы под наблюдением преподавателя. Результаты исследований в виде рисунков, таблиц заносятся в рабочую тетрадь, затем формируется вывод, и работа предоставляется преподавателю для проверки.

Рекомендуется проводить занятия с группой, состоящей из 10-12 человек. Каждая работа рассчитана на четыре аудиторных часа. Преподаватель может выбрать те работы, выполнение которых сочтет целесообразным, ориентируясь на уровень подготовленности студентов.

В связи с тем, что на лабораторных занятиях студенты работают с различными химическими веществами, электроприборами, они обязаны выполнять основные правила техники безопасности:

- не входить в лабораторию в пальто, верхней одежде, не вносить посторонние предметы, продукты питания;
- в лаборатории не разрешается пить, есть, громко разговаривать, много ходить и делать порывистые движения;
- нельзя класть не рабочий стол одежду и сумки;
- никакие вещества в лаборатории нельзя пробовать на вкус. Если необходимо определить запах газа или паров жидкости, хранящейся в банке или сосуде, нельзя подносить их близко к лицу, следует легкими движениями руки направить воздух от горлышка или отверстия к носу;
- в процессе каких-либо реакций на воздухе или при нагревании нельзя держать сосуд отверстием к себе и другим работающим;
- необходимо работать в лаборатории в халате;
- перед началом работы обязательно следует проверить наличие и исправность приборов, посуды, реактивов;
- приступать к работе можно только с разрешения преподавателя и всю работу проводить в строгом соответствии с методикой; в процессе работы производить записи и зарисовки;
- горячие приборы и посуду ставить только на специальные подставки, а не на открытый стол;

- после выполнения работы рабочее место приводят в порядок, руки моют водой с мылом.

Перед началом цикла работ в лаборатории студентам необходимо ознакомиться с общими для всех лабораторий правилами техники безопасности и расписаться в книге инструктажа.

ВВЕДЕНИЕ

Слово ***«экология»*** образовано от греческого *oikos,* что означает дом, и *logos* - наука. Таким образом, изучение нашего «природного дома» охватывает изучение всех живущих в нем организмов и всех функциональных процессов, делающих этот «дом» пригодным для жизни. Впервые термин и общее определение экологии дал немецкий биолог Э.Геккель (1866) в своем капитальном труде «Всеобщая морфология организмов». В буквальном смысле экология - это наука об организмах «у себя дома», наука, в которой особое внимание уделяется «совокупности или характеру связей между организмами и окружающей их средой»

Экология приобрела практический интерес еще на заре развития человечества. В примитивном обществе каждый индивидуум, для того чтобы выжить, должен был иметь определенные знания об окружающей его среде, т.е. о силах природы, растениях и животных. Можно сказать, что цивилизация возникла тогда, когда человек научился использовать огонь и другие средства, и орудия, позволявшие ему изменять среду своего обитания. Благодаря достижениям техники мы теперь, казалось бы, меньше зависим от природы в своих насущных потребностях и поэтому склонны забывать, что зависимость эта сохранилась.

В настоящее время отмечается большое разнообразие толкования содержания данного термина, но мы рассматриваем экологию как комплексную науку о закономерностях формирования, развития и устойчивого функционирования биологических систем разного уровня в их взаимоотношениях с условиями среды.

В экологии выделяют крупные подразделения, одним из которых является ***общая экология***. Общая экология изучает законы формирования и поддержания активного функционирования биологических систем, обеспечивающих глобальный круговорот веществ в биосфере.

Общая экология, или *биоэкология* – это изучение взаимоотношений живых систем разных рангов (организмов, популяций, экосистем) со средой и между собой. Эту часть экологии в свою очередь подразделяют на следующие разделы:

- аутэкологию, т.е. изучение закономерности взаимоотношений организмов отдельного вида со средой обитания;
- демэкологию или экологию популяций;
- синэкологию, т. е. экологию сообществ;
- экосистемную и биосферную экологию.

Экологическое образование как непрерывный процесс обучения, воспитания и развития личности занимает важное место в подготовке специалистов разного уровня и сфер деятельности. Оно развивается как необходимое условие для преодоления экологической опасности.

Приоритетность экологического образования и воспитания населения, которое признается мировым сообществом, в том числе нашей страной, связана с появлением глобальных экологических проблем на планете Земля и необходимостью их решения.

В связи с этим вопросом формированию экологических знаний, экологического мышления студентов вузов уделяется все большее внимание. Курс общей экологии имеет фундаментальное значение при формировании общей экологической культуры будущего специалиста, который должен не только иметь определенную сумму экологических знаний, но и хорошо владеть навыками экспериментальной работы в лаборатории и природе, именно поэтому широкое использование активных форм и методов обучения является обязательным.

Связь живых организмов с окружающей средой образует единую и очень сложную систему, которую называют биосферой. Современное человечество, вооруженное техникой и использующее огромное количество энергии, представляет мощную силу, воздействующую на неё. Если эти воздействия не будут учитывать природные законы и связи, установившиеся за миллионы лет, могут возникнуть катастрофические последствия. Ученые уже обеспокоены тенденцией нарастания неустойчивости биосферы, вызванной деятельностью человека.

Антропогенное загрязнение окружающей среды (воды, воздуха, почвы) приводит к возникновению неблагоприятных последствий: нарушению нормальной жизнедеятельности биосферы, изменению климата, исчезновению многих видов растений и животных, ухудшению здоровья населения. Именно экология является теоретической основой для разработки основных направлений по восстановлению нарушенных природных систем, снижению антропогенного воздействия на окружающую среду.

В последние годы появилась большая серия различных учебников по экологии, но почти отсутствует учебно-методическая база для проведения лабораторно-практических занятий.

В настоящем учебно-методическом пособии сделана подборка, в некоторых случаях разработка лабораторно-практических занятий, которые мы используем при изучении дисциплины «Общая экология». Практикум содержит лабораторные работы по разделам факториальной, популяционной экологии, экологии сообществ и экосистем.

Основные цели лабораторных работ по курсу «Общая экология»:

– закрепление и углубление знаний студентов по теоретическим основам курса;

– ознакомление с методами изучения жизненных процессов, которые впоследствии могут быть использованы в практической деятельности, выполнении НИРС;

– формирование самостоятельности мышления студентов;

– развитие навыков наблюдения, анализа явлений, сравнения;

– обучение умению изучать и оценивать состояние окружающей среды, проводить эксперименты, наблюдения, исследовать и решать экологические задачи.

Контрольные вопросы и задачи предназначены для лучшего усвоения учебного материала и обобщения полученных знаний.

При написании учебно-методического пособия было использовано большое количество литературных источников и нормативных документов.

СРЕДЫ ЖИЗНИ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Аутэкология, изучающая отношения организмов к условиям среды, - наиболее старый раздел общей экологии. По существу, как аутэкологию понимал экологию Э. Геккель. Аутэкологом был и Ч. Дарвин - автор теории приспособления организмов к условиям среды путем естественного отбора. В состав этого раздела экологии входят характеристика факторов среды (факториальная экология) и способов приспособления (адаптации) организмов к различным ее условиям. В XX в. аутэкология пополнилась новыми разделами о функциональной роли организмов в экосистеме и их жизненных стратегиях. Аутэкология исследует отношения организмов к условиям среды на уровне видов, что необходимо как для изучения популяций (это позволяет вынести «за скобки» те признаки, которые характерны для всех популяций одного вида), так и для изучения экосистем, элементами которых являются виды.

Среда обитания – это природное окружение живого организма. Важные для жизни организма компоненты окружающей среды, с которыми он неизбежно сталкивается, называются экологическими факторами. Эти факторы могут быть необходимы или вредны для живых существ, способствовать или препятствовать выживанию и размножению.

Проанализировав мировую литературу и дополнив обобщённые сведения собственными экспериментальными данными, Р.С. Ушатинская выделила четыре категории физиологического состояния организмов в период их скрытой жизни при неблагоприятных условиях. Общими в своей основе для микроорганизмов, растений, животных оказываются явления:

– *гипобиоза* – замедленной жизни, подавленной неблагоприятными экзогенными абиотическими факторами;

– *криптобиоза* – скрытой жизни в узком смысле этого слова, то есть состояние физиологического покоя, возникающего на базе эндогенной готовности организма под влиянием сигнального воздействия внешних агентов;

– *ангидробиоза* – заторможенной жизни при глубокой потере влаги, но без нарушения биологических структур;

– *анабиоза* – временной остановки жизни (обмен веществ) при крайнем охлаждение или обезвоживании.

Экологические факторы – компоненты среды, которые прямо или косвенно воздействуют на живые организмы. Экологические факторы – составляющая часть экосистемы, во многом определяющая ее характер (состав, структуру и функцию). Экологические факторы делятся на:

– *абиотические* – факторы неорганической, или неживой, природы;

– *биотические* – факторы, связанные с жизнедеятельностью организмов);

– *антропогенные* – обусловленные влиянием человека.

Совокупность абиотических экологических факторов в пределах экосистемы называется ***экотопом***, вся совокупность экологических факторов, включая биотические, - ***биотопом***.

Абиотические экологические факторы в любой экосистеме определяют характер биотических экологических факторов и состав экосистемы. К абиотическим экологическим факторам относятся:

– *климатические* – свет, тепло, воздух, вода (включая осадки в различных формах и влажность воздуха);

– *эдафические*, или почвенно-грунтовые – механический и химический состав почвы, ее водный и температурный режим;

– *топографические* – условия рельефа.

Климатические и эдафические экологические факторы во многом определяются географическим положением экосистемы – ее удаленностью от экватора и от океана и высотой над уровнем моря.

Биотические экологические факторы - следствие взаимоотношений организмов (взаимоотношения «хищник-жертва», «паразит-хозяин», конкуренция) или изменений биотопа вследствие накопления детрита (гумуса почвы, торфа, сапропеля, лесной подстилки, ветоши и т.д.).

В отдельную группу выделяются ***антропогенные факторы***, т.е. факторы, связанные с влиянием человека. В настоящее время роль антропогенных экологических факторов резко возросла, поэтому изучение последствий их влияния, разработка способов регулирования отношений человека и природы являются важнейшими проблемами экологии.

Закономерности взаимодействия организмов и экологических факторов.

Любой организм в среде своего обитания подвергается воздействию самых разнообразных экологических факторов: климатических, эдафических и биотических. Несмотря на очень большое разнообразие экологических факторов в природе можно выявить общие закономерности их воздействия на организм и ответных реакций организма на них. Эффект воздействия экологических факторов среды зависит от их характера, дозы, воспринимаемой организмом (высокая или низкая температура, яркий свет или темнота, дефицит или избыток влаги), его физиологического состояния и возраста.

Для каждого организма существуют наиболее благоприятные конкретные значения факторов, при которых все процессы его жизнедеятельности осуществляются наиболее активно. Наиболее благоприятное значение факторов для жизнедеятельности получило название ***точки оптимума***. При изменении экологического фактора как в сторону снижения от точки оптимума, так и увеличения жизнедеятельность организм будет угнетаться.

Таким образом, на кривой жизнедеятельности выделяются три точки: точка оптимума − наиболее благоприятная для жизни организма, минимума и максимума, соответствующие крайним значениям факторов, при которых еще возможна жизнедеятельность растений, и соответственно на кривой выделяется несколько зон: зона оптимума − ограничивает диапазон благоприятных факторов, зоны верхнего и нижнего пессимума − охватывают диапазоны резкого избытка и недостатка фактора, в пределах которых организм находится в состоянии сильного угнетения: зона жизнедеятельности располагается между экстремальными точками (минимумом и максимумом) (рис. 1).

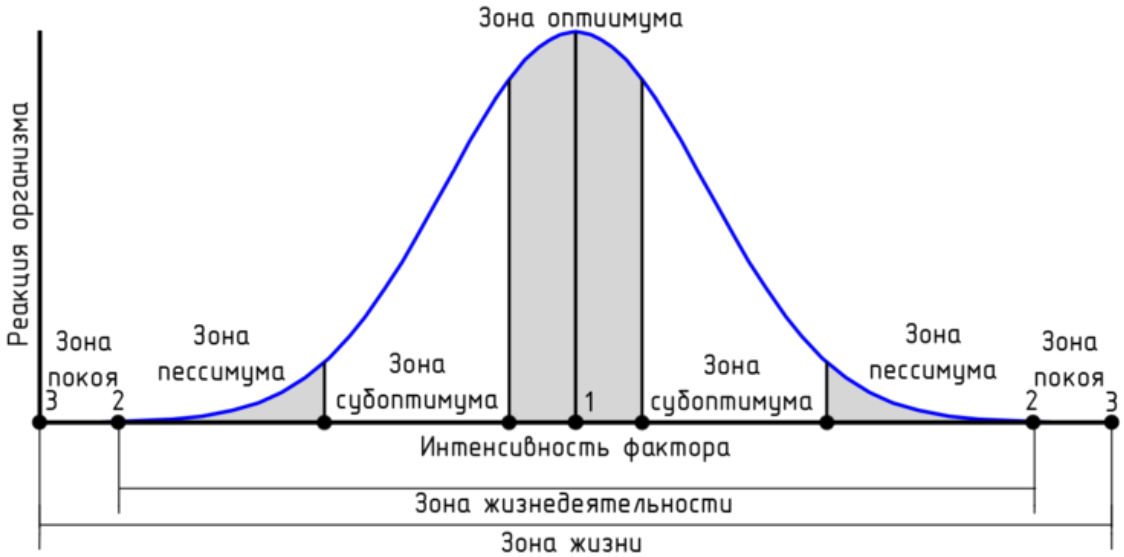


Рис. 1. Кривая жизнедеятельности

Законы аутэкологии.

Закон оптимума: к любому экологическому фактору каждый организм имеет определенные пределы распространения (*пределы толерантности*). Как правило, в центре ряда значений фактора, ограниченного пределами толерантности, лежит область наиболее благоприятных условий жизни организма, при которых формируется самая большая биомасса. У границ толерантности расположены зоны угнетения, в которых организмы становятся наиболее уязвимыми к действию неблагоприятных экологических факторов, включая и человека (точки пессимума).

Свойство видов адаптироваться к тому или иному диапазону факторов среды обозначается понятием ***экологической пластичности*** (экологическая валентность вида). Экологически непластичные виды, т.е. маловыносливые виды называются ***стенобионтными*** (*stenos* − узкий), более выносливые – ***эврибионтными*** (*eurys* − широкий).

Закон экологической индивидуальности организмов и видов: любой вид по каждому экологическому фактору распределен по-своему, кривые распределений разных видов перекрываются, но их оптимумы различаются. По этой причине при изменении условий среды в пространстве (например, от сухой вершины холма к влажному логу) или во времени (при пересыхании озера, при усилении выпаса, при зарастании скал) состав экосистем изменяется постепенно.

Закон лимитирующих (ограничивающих) *факторов:* наиболее важным для распределения вида является тот фактор, значения которого находятся в минимуме или максимуме. Например, в степной зоне лимитирующим фактором развития растений является увлажнение (значение находится в минимуме) или засоление почвы (значение находится в максимуме), в лесной − ее обеспеченность питательными элементами (значения находятся в минимуме).

Адаптация организмов к экологическим факторам.

Адаптация — это специальные свойства, способные обеспечить выживание и размножение организма в конкретных условиях среды. Все изменения признаков организма вызываются воздействием окружающей среды и в большинстве случаев имеют адаптивный (приспособительный) характер, т.е. оказываются полезными для обитания организма в данных условиях. Приспособление к одним условиям перестает быть таковым в других условиях, на других уровнях, поэтому приспособления относительны.

В лабораторных условиях исследование действия экологических факторов удобнее проводить, моделируя такую ситуацию, когда изменяется только один фактор, другие находятся в относительно стабильном состоянии. Итоги практической работы, как правило, оформляются в виде таблиц, диаграмм и графиков. Графический материал позволяет более наглядно представить результаты эксперимента, используя диаграммы и графики легче проводить сопоставление данных (в приведенных практических работах показаны гипотетические графики, таблицы и диаграммы). В то же время большинство выводов можно сделать и по таблицам. После выполнения практической работы желательно, чтобы студенты ответили на контрольные вопросы по пройденному материалу.

АБИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

К основным абиотическим факторам относят температуру, свет, влажность, pH среды, состав и концентрацию солей в среде. Рассмотрим влияние каждого из них в отдельности.

Влияние температуры

Температурный диапазон на Земле ограничен примерно от –100 до +100 градусами по шкале Цельсия. Однако границы существования жизни,

т.е. температуры, при которых возможно нормальное строение и функционирование белков, в среднем от 0 до +50 градусов. Поэтому температура является очень важным и часто лимитирующим фактором существования организмов. Колебания температуры совместно с изменениями освещенности и влажности в значительной степени контролируют сезонную и суточную активность организмов.

Температурный режим на Земле меняется в течение суток, сезона, года. Он зависит от широты местности, высоты над уровнем моря. На него влияют близость больших водоемов, льдов, ветра, цвет и структура почвы и многое другое.

По отношению к температуре выделяют три группы организмов: *термофилы, мезофилы и психрофилы*. Термофилы – организмы, живущие при высоких температурных условиях в горячих источниках. Мезофилы – организмы, нормально существующие и размножающиеся при средних температурных условиях (20-40^{0}С). Холодолюбивые организмы, нормально живущие и размножающиеся при относительно низких температурах (до –7,5^{0}С) получили название психрофилы.

Температура среды является одним из важных экологических факторов для жизнедеятельности организма, в том числе растений. Температура влияет на все процессы их жизнедеятельности: фотосинтез, дыхание, транспирацию и т.д. Разные виды нуждаются в разных температурных условиях.

Изучение влияния температурного режима на живые организмы удобно проводить с помощью следующих работ.

Практическая работа №1. Влияние различных температур на всхожесть семян.

Цель работы: изучить влияние температуры на всхожесть семян различных растений. Установить пределы устойчивости семян некоторых сельскохозяйственных культур к высоким температурам.

Оборудование: семена с высокой всхожестью (не менее 70%, методика определения всхожести описана в Приложении), фотокюветы, фильтровальная бумага, термометры, сушильный шкаф или термостат, химические стаканы, холодильник (бытовой), часы.

Ход работы: по 25-50 семян каждого вида помещают в химические стаканы. Каждый стакан выдерживают 15 мин при одной из следующих температур: –10, 0, +10, +20, +30, +40, +50, +60, +70, +80, +90. После этого семена помещают в кюветы на фильтровальную бумагу, смоченную водой, и ставят на проращивание (методика проращивания и определения всхожести семян описаны в Приложении).

Оформление и анализ результатов: по окончании проращивания оценивают влияние температуры на следующие показатели:

- всхожесть семян;

– длину проростков.

Полученные данные заносят в таблицу 1.

Таблица 1.

Всхожесть семян в % (или длина проростков в мм), подвергнутых термической обработке в течение 15 мин

Семена (виды)	Температура										
	–10	0	+10	+20	+30	+40	+50	+60	+70	+80	+90
А											
Б											
В											
Г											

На основе табличного материала строят диаграмму (рис. 2), показывающую диапазон устойчивости семян к температуре при фиксированном времени термической обработки.

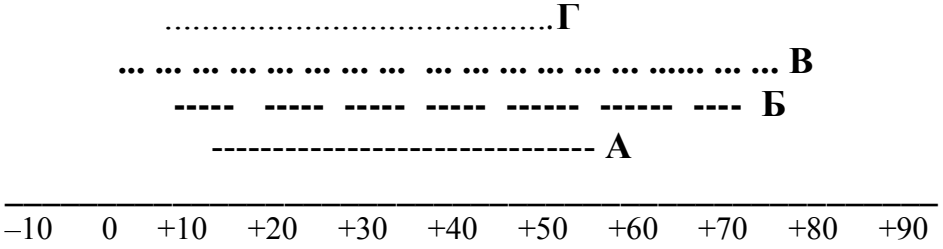


Рис. 2. Пример диаграммы распределения зон толерантности семян к температуре

По данным таблицы составьте график, показывающий изменение всхожести (длины проростков) семян в зависимости от температуры. Выделите на графиках точки минимума, максимума, оптимума. Объедините все графики в одном рисунке (рис. 3).

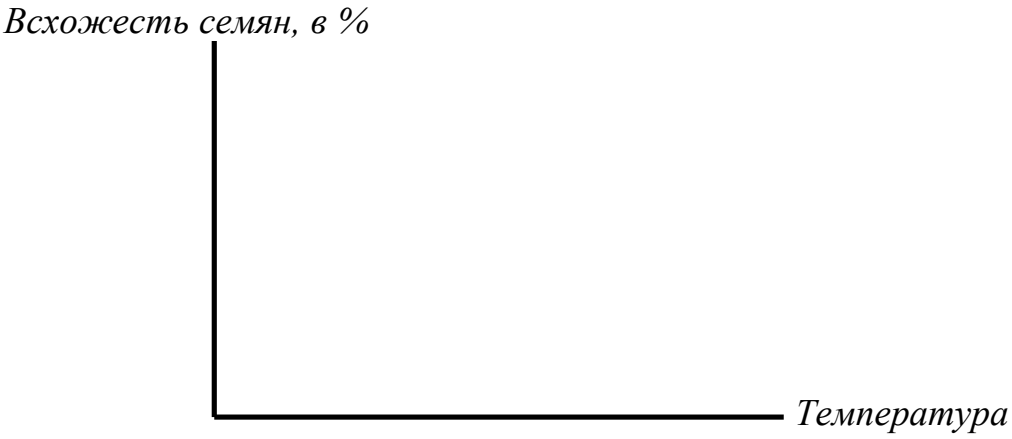


Рис. 3. Воздействие температуры на всхожесть семян

Выводы: по окончании эксперимента формируют общий вывод о значении температуры как экологического фактора для прорастания семян, а в конечном итоге и для формирования видового состава фитоценоза.

Практическая работа №2. Влияние фиксированной температуры на всхожесть семян при разной продолжительности времени его воздействия.

Цель работы: исследовать зависимость величины всхожести семян от времени воздействия температуры.

Оборудование: семена с высокой всхожестью (не менее 70%, методика определения всхожести описана в Приложении), фотокюветы, фильтровальная бумага, термометры, сушильный шкаф или термостат, химические стаканы, холодильник (бытовой), часы.

Ход работы: по 25-50 семян разных растений помещают в химические стаканы. Стаканы с семенами выдерживают от 5 до 60 мин при температуре 50^0С. Потом семена ставят на проращивание (методики проращивания, определение всхожести семян, измерения длины проростков приведены в Приложении). После проращивания измеряют всхожесть семян и длину проростков, или только один из этих показателей.

Оформление и анализ результатов: результаты измерений заносят в таблицу 2.

Таблица 2.

Всхожесть в % (или средняя длина проростков в мм) семян, находившихся при температуре 50^0С

Семена (виды)	Время термической обработки, мин												
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
А													
Б													
В													

Г													

По данным таблицы строят график зависимости всхожести семян (или средней длины проростков) от времени термической обработки (рис. 4).

На графике отмечают время термической гибели каждого вида семян и время, в течение которого данная температура не оказывает неблагоприятного действия на проростки.

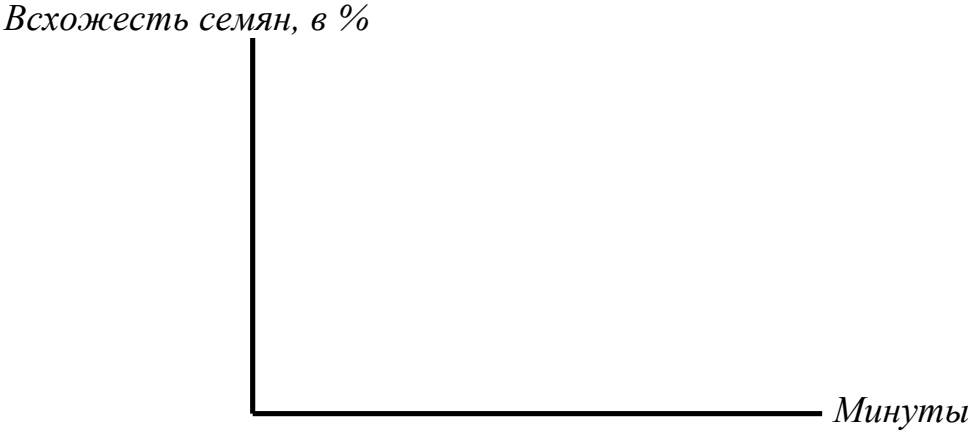


Рис. 4. Зависимость средней длины проростков от времени выдерживания семян при температуре 70^0C

Выводы. По окончании эксперимента формируют общий вывод о значении температуры как экологического фактора для прорастания семян, а в конечном итоге и для формирования видового состава фитоценоза.

Практическая работа №3. Влияние температуры на процесс ассимиляции.

Фотосинтез, как и любой физиологический процесс, зависит от условий окружающей среды. Влияние температурного фактора можно легко продемонстрировать простыми опытами с водными растениями: элодеей, роголистником или валлиснерией (предпочтительнее использовать элодею).

Цель работы: выяснить влияние температурного фактора на интенсивность ассимиляции.

Оборудование: элодея или другое водное растение, пробирки, скальпели или лезвия, стеклянные цилиндры или колбы, секундомер или часы, вода.

Ход работы: из имеющегося растительного материала отбирают здоровые веточки с неповрежденной верхушечной почкой длиной 6-8 см, подрезают под водой и помещают в пробирки срезанным концом вверх. Пробирку с веточкой последовательно помещают в банки или стеклянные цилиндры с водой различной температуры (+5, +10, +15, +20, +25, +30

градусов). Наблюдения производят на рассеянном или прямом солнечном свету. Начинают наблюдения при низкой температуре, а затем при более высоких.

Оформление и анализ результатов: подсчитывают количество выделенных в 1 минуту пузырьков, данные заносят в таблицу 3.

Таблица 3.

Число пузырьков газа, выделяемых растением, при различных температурных условиях

Повторности	Температура, ^{0}C					
	+5	+10	+15	+20	+25	+30
1						
2						
3						
Среднее						

Выводы: по окончании опытов сравнивают количество выделенных в одну минуту пузырьков при разных температурах и делают вывод о влиянии последней на интенсивность ассимиляции.

Практическая работа №4. Влияние температуры на жизнеспособность листьев разных экологических групп.

Цель работы: изучить влияние температуры на жизнеспособность листьев растений разных экологических групп.

Оборудование: свежие листья различных растений, электроплитка, термометры, 8 чашек Петри, горячая вода, снег, NaCl, химические стаканы на 500 мл (8 штук), холодная вода, 2 стакана на 50−100 мл; пинцеты; карандаши по стеклу. Реактивы: 0,2 н. раствор соляной кислоты (HCl).

Ход работы: в химических стаканах подготавливают водяные бани с разной температурой: 0^0C, $+10^0$C, $+25^0$C, $+40^0$C, $+55^0$C, $+65^0$C, $+70^0$C. Для этого к горячей воде добавляют холодную воду или снег. В один стакан для t = (−10°) помещают снег, добавляют поваренную соль (приготовьте охладительную смесь: 2/3 части снега, 1/3 часть соли). Во все стаканы помещают листья разных растений на 25 минут. В стакан с охладительной смесью ставят стаканчик на 150 мл с водопроводной холодной водой и в него также помещают листья. После выдерживания листьев в стаканах переносят их в чашки Петри с холодной водой. Затем выливают воду и добавляют раствор 0,2н. HCl. Выдерживают 7-10 мин. Отмечают процент побуревшей поверхности листьев. Бурые пятна на листьях образуются вследствие разрушения клеток и образования феофитина при взаимодействии хлорофилла с соляной кислотой.

Оформление и анализ результатов: результаты опыта заносят в таблицу 4. По жизнеспособности листьев в оптимальных условиях (брать

за 100%) определяют жизнеспособность листьев при каждой температуре. Для этого от 100% (оптимум жизнеспособности листьев) вычитают процент побуревшей поверхности листьев. Данные заносят в таблицу и строят график зависимости жизнеспособности листьев от температуры (рис. 5). По графику находят оптимальные и пессимальные зоны действия температурного фактора для каждого вида.

Таблица 4.

Влияние температуры на жизнеспособность листьев

Объект	Степень повреждения листьев, %								Жизнеспособность листьев, %							
	-10°	0°	+10°	+20°	+26°	+45°	+55°	+65°	-10°	0°	+10°	+20°	+26°	+45°	+55°	+65°

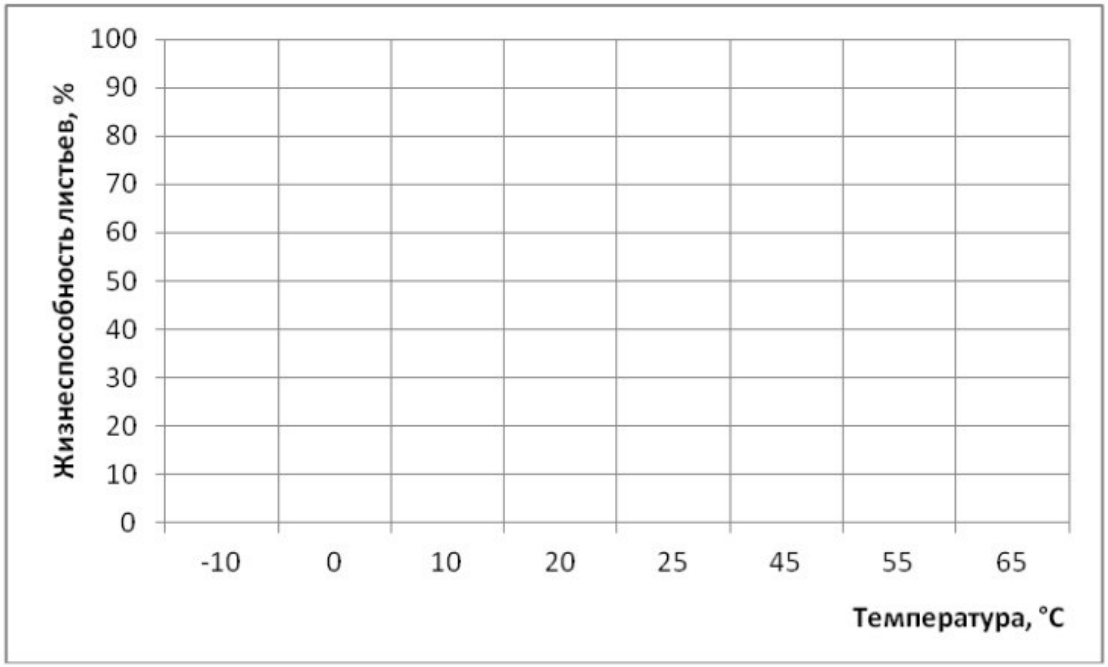


Рис. 5. Зависимость жизнеспособности листьев от температуры

Выводы: по окончании опытов сравнивают действие температурного фактора для каждого вида растения, определяют, какой из видов имеет более высокое значение экологической толерантности и делают вывод о влиянии температуры на жизнеспособность листьев разных экологических групп.

Контрольные вопросы:

1. Охарактеризуйте температуру как экологический фактор.
2. Назовите климатические зоны на Земле, выделяемые на основании

температур. Какие факторы могут непосредственно влиять на температурный режим в определенной области?

3. Какие группы растений по отношению к температуре Вы знаете? Приведите примеры из растений вашей местности.

4. Какие особенности строения, физиологии и экологии возникли в ходе эволюции у живых организмов в условиях крайне низких и высоких температур?

Влияние света

Среди многочисленных факторов внешней среды свет является одним из основных, так как без него невозможна фотосинтетическая деятельность зеленых растений. Кроме того, излучение солнца является источником тепла, от которого зависит активность жизни на данной территории. Свет служит ориентиром при передвижении организмов в пространстве. Длина светового дня является сигналом, определяющим активность процессов жизнедеятельности.

Среди солнечных лучей, достигающих земной поверхности, имеются разные лучи: радиоволны, ультрафиолетовые, световые и пр. Для растений важны лучи видимой и невидимой человеческим глазом частей спектра, особенно оранжево-красные (0,65-0,68 мкм) и сине-фиолетовые (0,40-0,50 мкм). Меньше всего поглощаются желто-зеленые лучи (0,50-0,60 мкм), почти не поглощаются инфракрасные. Ультрафиолетовые лучи в умеренных дозах благоприятны для живых организмов, так как стимулируют рост и размножение клеток, способствуют синтезу высокоактивных биологических соединений.

Кроме качественного состава световых лучей большое значение в жизни биоты имеет количество падающего света, т.е. интенсивность освещения. Она меняется в больших пределах в разные периоды года и зависит от широты местности, облачности и местной запыленности воздуха.

Практическая работа №5. Влияние интенсивности освещения на рост и развитие микроскопических водорослей.

Цель работы: определить значение количества падающего света в жизни микроскопических водорослей.

Оборудование: коллекция культур, пробки, пипетка, мерный цилиндр, фотокюветы, картонные коробки, настольные лампы.

Ход работы: выберите по одному виду из разных отделов водорослей. Каждую выбранную культуру разлейте из колб в три пробирки по 5 мл. Первый экземпляр пробирок нумеруют, раскладывают наклонно в фотокювету. Над ними устанавливают настольную лампу. Второй экземпляр пробирок, также нумеруют и раскладывают в фотокювету. Их инкубируют при естественном дневном освещении.

Третий экземпляр пробирок, пронумеровав, помещают в картонные коробки и ставят в темное место (шкаф).

Все экземпляры культур водорослей инкубируют в течение 10-14 суток. Во время инкубации необходимо периодически встряхивать пробирки, чтобы предотвратить появление осадка из клеток.

Оформление и анализ результатов: по окончании инкубации оцените жизненное состояние культуры по ее цвету (предварительно встряхнув пробирку). Результаты внесите в таблицу 5 в виде баллов:

1 балл – бесцветная культура;

2 балла – светло окрашенная культура;

3 балла – окраска культуры интенсивная.

Все оценки проводят глазомерно. Наиболее интенсивная (плотная) окраска суспензии клеток соответствует высокой скорости размножения и роста водорослей, а это происходит при наличии для них оптимальных условий. Светло окрашенная культура говорит об угнетенном и замедленном развитии водоросли. В обесцвеченных культурах водоросли погибли.

Таблица 5.

Влияние интенсивности освещения на рост и развитие микроскопических водорослей.

Вид	Условие выращивания		
	Настольная лампа	Дневной свет	Шкаф

По данным таблицы для каждого вида постройте график (рис. 6).

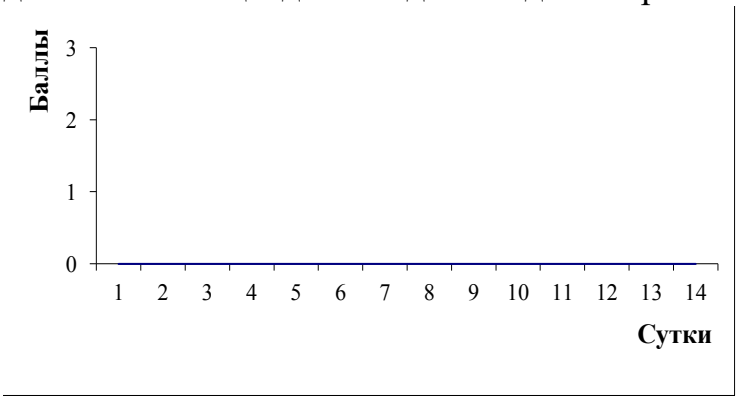


Рис. 6. Влияние интенсивности освещения на рост и развитие водорослей.

Выводы: на основании полученных данных определяют оптимальное значение количества падающего света для фотосинтезирующих организмов. Определите одинаково ли влияние падающего света на виды из разных отделов водорослей. Выводы занесите в лабораторную тетрадь.

Практическая работа №6. Влияние лучей различного спектрального состава на рост и развитие микроскопических водорослей.

Цель работы: определить части спектра, обладающие наибольшей биологической активностью для зеленых водорослей.

Оборудование: пробирки, пробки, пипетка, мерный цилиндр, фотокюветы или пробирочные контейнеры, центрифуга, разноцветные листы бумаги или стекла, картонные коробки, настольные лампы, суспензия водорослей, среда Болда (приготовление среды описано в Приложении).

Ход работы: подготовленную среду Болда, разливают по 20 мл в 16 пробирок. Суспензию водорослей очищают путем трехкратного центрифугирования, разбавляют и вносят в пробирки в одинаковых количествах до появления зеленоватой окраски раствора. Пробирки нумеруют, раскладывают наклонно в фотокюветы и помещают в картонные коробки, которые сверху покрывают светофильтрами (листы бумаги или стекла разного цвета). В настольные лампы вставляют лампы накаливания одинаковой мощности и устанавливают их над коробками. Водоросли инкубируют в течение 10-14 суток. Во время инкубации необходимо периодически встряхивать пробирки, чтобы предотвратить появление осадка из клеток.

Оформление и анализ результатов: по окончании инкубации на фотоэлектрокалориметре замеряют оптическую плотность суспензии клеток. Чем больше оптическая плотность, тем выше численность водорослей, а, следовательно, и скорость их размножения. 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.

При отсутствии фотоэлектрокалориметра можно отмечать только три кардинальные точки: минимальную, максимальную и оптимальную. Все оценки проводят глазомерно, первые две точки по потере окраски, третью (точку оптимума) находят по наиболее плотной зеленой окраске суспензии клеток, что соответствует наиболее высокой скорости размножения и роста водорослей, а это происходит при наличии для них оптимальных условий. Результаты определения оптической плотности (в относительных единицах) заносят в таблицу 6. По табличным данным строят диаграмму.

Таблица 6.

Влияние различных лучей спектра на рост и развитие микроскопических водорослей (оптическая плотность)

Варианты	Окраска лучей							
	красн. (к)	оранж. (о)	желт. (ж)	зелен. (з)	голуб. (г)	синий (с)	фиол. (ф)	белый (б)
1								
2								
3								
Среднее								

Выводы. На основании полученных данных определяют лучи, обладающие наибольшей биологической активностью для фотосинтезирующих организмов.

Практическая работа №6. Влияние интенсивности освещения на процесс ассимиляции.

Цель работы: выявить зависимость процесса ассимиляции от интенсивности освещения.

Оборудование: элодея или другое водное растение, пробирки, скальпели или лезвия, стеклянные колбы или цилиндры, часы, пробки.

Ход работы: отбирают здоровые веточки с неповрежденной верхушечной почкой длинной 6-8 см, подрезают под водой и помещают в пробирки срезанным концом вверх. Пробирку с веточкой помещают в банку или стеклянный цилиндр с водой. Температура воды должна быть равна температуре окружающего воздуха. Для наблюдения за температурой используют термометр. Сначала банку с веточкой выставляют на яркий солнечный свет и когда ток пузырьков газа из срезанного конца ветки станет равномерным начинают их подсчет, отмечая время по секундомеру. Подсчет производят три раза с небольшими перерывами. Затем ведут определение на рассеянном свету, для чего переносят веточку в неглубокую тень или затемняют ее листами белой бумаги. Подсчет пузырьков производят так же, как и в первом варианте. После этого банку с веточкой растения переносят в темное место или увеличивают затененность с помощью темной бумаги и подсчитывают количество пузырьков газа, выделившихся за одну минуту.

Оформление и анализ результатов: результаты подсчетов заносят в таблицу 7.

Таблица 7.

Влияние различной интенсивности освещения на процесс ассимиляции

№ варианта	Количество пузырьков воздуха, выделенных за 1 мин.	Степень освещения		
		высокая	средняя	низкая
1				
2				
3				
Среднее				

Еще лучше вести изучение интенсивности ассимиляции в зависимости от степени освещения, используя картонный ящик, выкрашенный внутри в темный цвет, в котором вместо передней стенки вставляется пластинка из матового, темного и белого цветов. Сменяя пластинки, производят попеременно определение то на прямом, то на рассеянном свету и в темноте.

Выводы. Сравнивают количество выделенных пузырьков в минуту на ярком свету, на рассеянном свету и в темноте. Делают вывод о влиянии интенсивности света на процесс ассимиляции.

Практическая работа №7. Влияние различных лучей спектра на процесс ассимиляции у высших растений.

Цель работы: определить части спектра, имеющие наибольшее значение для процесса ассимиляции высших растений.

Оборудование: элодея или другое водное растение, пробирки, скальпели или лезвия, стеклянные колбы или цилиндры, часы, пробки, 4% раствор медного купороса, аммиак, 1% раствор двухромовокислого калия.

Ход работы: для работы можно взять обычные для наших условий водные растения: элодею, роголистник, валлиснерию. Если в данной местности имеется элодея, то предпочтение следует отдать ей. Для эксперимента берут банки или цилиндры одинаковой формы и объема. В них наливают растворы химических веществ, которые служат цветными экранами. В качестве таких веществ могут быть использованы:

1) 1% раствор двухромовокислого калия, который поглощает сине-фиолетовую часть спектра и пропускает красную;

2) 4% аммиачный раствор медного купороса, поглощающий красную половину спектра и пропускающий сине-фиолетовую.

Последний раствор готовят следующим образом: берут 4%-й раствор $CuSO_4$, а затем насыщают его аммиаком до тех пор, пока образовавшийся

вначале осадок не растворится и жидкость не станет сине-фиолетового цвета. В третью банку наливают чистую воду – бесцветный экран. В банках с помощью корковой пробки укрепляют пробирки. Необходимо так подбирать банки и пробирки к ним, чтобы между стенками обеих оставалось расстояние в 1,5 см. Обращают внимание на то, чтобы толщина слоя жидкостей во всех трех случаях была одинаковой.

Отбирают здоровые веточки с неповрежденной верхушечной почкой длиной 6-8 см, подрезают под водой и помещают в пробирки срезанным концом вверх. Когда ток пузырьков газа станет равномерным, производят счет выделяющихся пузырьков. Последовательность работы должна быть следующей: вначале пробирку с веточкой опускают в банку с чистой водой (бесцветный экран), затем переносят в двухромовокислый калий (красный экран), потом синий, снова бесцветный и т.д. Брать различные ветки для разных экранов не рекомендуется, так как могут быть значительные индивидуальные различия в ассимиляции, что может привести к неверным результатам. Для получения достоверных данных необходимо в каждом варианте опыта произвести большое количество подсчетов (5-6).

Оформление и анализ результатов: Результаты подсчетов заносят в таблицу 8.

Таблица 8.

Влияние различных лучей спектра на процесс ассимиляции

№ варианта	Количество пузырьков воздуха, выделенных за 1 минуту	Лучи спектра		
		белые	красные	синие
1				
2				
3				
Среднее				

Выводы. По результатам экспериментов определяют наибольшую интенсивность ассимиляции и делают выводы о влиянии различных лучей спектра на этот процесс.

Контрольные вопросы:

1. Какую роль выполняет свет по отношению к живой природе?
2. Укажите экологические факторы, влияющие на световой режим в данной местности.
3. Имеется ли разница в биологической активности различных лучей спектра?

Влияние влажности

Влажность является важным условием развития организмов. Протекание всех биохимических процессов в клетках и нормальное функционирование организма в целом возможны только при достаточном обеспечении его водой. Режимы влажности среды на суше очень разнообразны – от полного и постоянного насыщения воздуха водяными парами в некоторых районах тропиков до практически полного их отсутствия в сухом воздухе пустынь. Велика также суточная и сезонная изменчивость содержания водяных паров в атмосфере. Водообеспечение наземных организмов зависит также от режима выпадения осадков, наличия водоемов, запасов почвенной влаги, близости грунтовых вод и т.п. По отношению к режиму влажности выделяют две основные группы живых организмов: *гигрофилы* и *ксерофилы*, т.е. влаголюбивые и сухолюбивые виды. Промежуточную группу составляют *мезофилы*.

Практическая работа №8. Влияние влажности на прорастание семян.

Цель работы: изучить характер прорастания семян и рост проростков в зависимости от количества внесенной воды.

Оборудование: семена различных растений с высокой всхожестью (методику определения степени всхожести см. в Приложении), фильтровальная бумага, чашки Петри, мерные пипетки, линейки, весы.

Ход работы: на дно чашек Петри помещают фильтровальную бумагу, в каждую вносят по 20 семян различных растений. Первую чашку оставляют сухой, в остальные с помощью пипетки вносят разное количество воды. В последнюю чашку добавляют такое количество воды, чтобы она полностью покрывала семена (вариант МН). Схему опыта оформляют в таблице 9. Сверху на семена накладывают еще один слой фильтровальной бумаги и чашки закрывают крышками. Для повышения надежности эксперимента в каждом варианте желательно закладывать не одну, а несколько чашек. Каждую чашку взвешивают и записывают ее вес. Подготовленные таким образом чашки помещают в теплое место на 5-7 суток. Затем анализируют полученные результаты. Следует учитывать, что за время инкубации вода будет испаряться и в вариантах с небольшим ее количеством семена станут сухими, поэтому каждый день необходимо взвешивать чашки и восполнять убыль испарившейся воды.

Оформление и анализ результатов: результаты эксперимента можно описать словами. Для удобства анализа количество внесенной воды записывают столбиками, а рядом дают характеристику состояния семян и проростков.

Таблица 9.

Анализ состояния семян и проростков от количества внесенной воды

Кол-во воды (мл)	Характеристика состояния семян и проростков
0	Семена сухие, не проросшие.
1	Семена слегка набухли, но не проросли.
5	Семена проросли, имеется небольшой корешок и стебелек.
10	Проростки имеют хорошо развитый корешок и стебелек

Попутно можно отметить степень поражения семян бактериями и микроскопическими грибами. Следует учитывать, что не все семена будут прорастать даже в самых благоприятных условиях, так как при хранении часть из них по разным причинам теряет всхожесть. Это необходимо учитывать при анализе результатов опыта. Чем выше всхожесть семян, взятых для эксперимента, тем точнее и нагляднее полученные данные. В варианте МН необходимо контролировать уровень воды, она должна всегда покрывать семена.

Более сложным является количественный анализ результатов. При этом измеряют какой-либо количественный показатель (в данном случае проще использовать число нормально проросших семян или измерить длину проростков) и результаты заносят в таблицу 10. Длину проростков каждого вида семян измеряют отдельно (рис. 7). При этом среднюю длину проростков рассчитывают по формуле:

$$\text{Средняя длина проростков (см)} = \frac{\text{суммарная длина всех проростков (см)}}{\text{число измеренных проростков}}$$

Число измеренных проростков может быть меньше числа семян, взятых для опыта т.к. не проросшие и ненормально проросшие семена в расчет не принимают. Таким же способом измеряют и рассчитывают среднюю длину проростков других видов семян, заполняя необходимое число таблиц. Рассчитанные средние значения заносят в таблицу 10. Это итоговая таблица. Анализируя ее, делают обобщения и формулируют выводы.

Таблица 10.

Влияние влажности на число проросших семян (или среднюю длину проростков) при разном количестве внесенной воды.

Семена	Количество внесенной воды, мл											
(виды)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	МН
А												
Б												
В												
Г												
Д												

Примечание: МН - много воды, и она полностью покрывает семена.

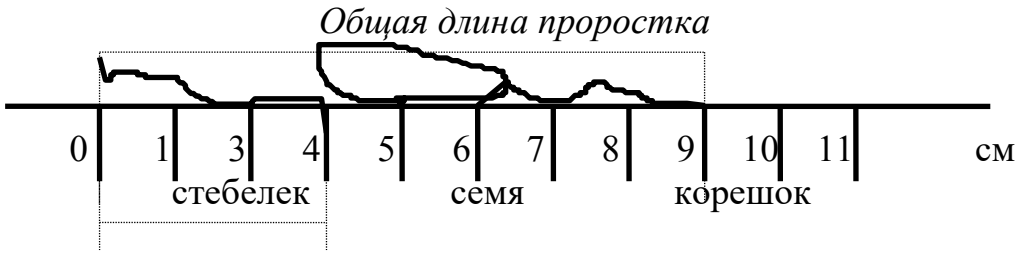


Рис. 7. Измерение длины проростка

Выводы: по результатам эксперимента формулируют выводы и записывают их в тетрадь в качестве основного итога работы.

Практическая работа №9. Влияние влажности на рост микроскопических грибов.

Цель работы: показать, что для роста микроскопических грибов необходима определенная влажность. Исследовать зависимость между величиной влажности и ростом микроскопических грибов.

Оборудование: сухарики, полиэтиленовые мешочки, мерные пипетки, лупы, микроскопы, препаровальные иглы, фотокюветы.

Ход работы: в воздухе постоянно находятся споры, клетки, обрывки мицелия различных микроорганизмов, в том числе и грибов. Для изучения влияния влажности на рост грибов удобно проводить на субстратах из черствого одинакового размера (примерно 3 на 3 и толщиной в 1см). В процессе приготовления и хранения хлеба, приготовления сухариков и их хранения они обсеменяются этими микроорганизмами. В благоприятных условиях (питательный субстрат, достаточная влажность, тепло) микроорганизмы начинают интенсивно расти. При этом грибы (в основном плесневые) пронизывают субстрат (в данном случае сухарик) гифами, образуя мицелий (грибницу), а на поверхности субстрата развиваются органы спороношения (спорангии и конидии). На субстрате невооруженным глазом становятся заметны пятна различного цвета и

конфигурации. Это колонии грибов. Одновременно развиваются и бактериальные колонии, но они, как правило, плохо заметны и не бросаются в глаза. Отличить бактериальные колонии от грибных можно по их внешнему виду. Колонии микроскопических грибов как бы опушенные, а у бактерий они слизистые. Попутно желательно повторить строение грибов.

При постановке эксперимента сухарики увлажняют разным количеством воды, каждый вариант закладывают отдельно в полиэтиленовый мешочек и помещают в теплое место. Кроме того, один вариант закладывают без увлажнения сухариков, а в другом сухарики помещают таким образом, чтобы они постоянно находились в воде. Через 4-7 суток достают сухарики из полиэтиленовых мешочков, раскладывают на большой фотокювете и анализируют полученные результаты.

Оформление и анализ результатов: напротив каждого значения количества внесенной воды дается словесное описание, которое включает: состояние субстрата (сухое, влажное, очень влажное и т.д.); наличие колоний микроскопических грибов, их цвет, плотность; площадь поверхности сухарика, занятая колониями в %; бальная оценка интенсивности развития грибов на субстрате.

Наличие колоний на хорошо увлажненном субстрате бывает заметно уже на 3-4 сутки чаще всего в виде опушенных или порошковидных налетов разного цвета, размера, плотности. Предварительно надо условиться, какие колонии считать плотными, а какие нет. Чем плотнее колония, тем меньше просвечивает сквозь нее субстрат. Данные параметры каждой колонии зависят от видовой принадлежности гриба и обусловлены генетически. Суммарную площадь, занятую колониями, определяют глазомерно. Для этого всю поверхность сухарика принимают за 100% и отмечают ее часть, занятую колониями. Кроме того, можно использовать бальную оценку. Она является интегральной и отражает впечатление о степени развития грибов на данном субстрате. Бальная оценка проводится глазомерно. Можно использовать 3, 5, 10 бальные шкалы. Они устанавливаются произвольно и пригодны только для сравнительного анализа. В качестве примера можно предложить шкалу, представленную таблице 11.

Таблица 11.

Шкала оценки степени развития грибов на субстрате

Баллы	Степень развития грибов
0	Колонии невооруженным глазом не заметны.
1	Небольшое количество мелких колоний.
2	Хорошо заметные колонии, занимают около 30% поверхности субстрата.
3	Колонии занимают 30-50% поверхности субстрата.

4	Колонии занимают более 50% поверхности субстрата.
5	Вся поверхность субстрата интенсивно заросла грибами.

На основании бальной оценки можно построить график, отражающий зависимость интенсивности роста грибов от влажности (рис. 8).

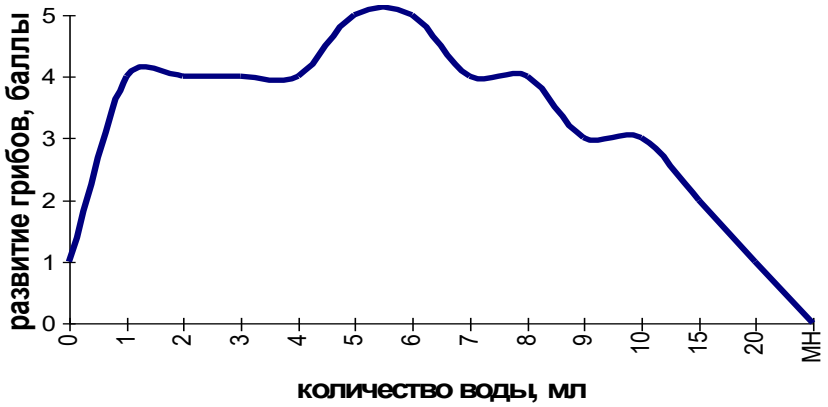


Рис. 8. Интенсивность развития грибов (в баллах) в зависимости от влажности

Выводы: делают выводы о том, что для микроскопических грибов необходима определенная влажность.

Контрольные вопросы:

1. Какую роль выполняет вода по отношению к живой природе?
2. Какие экологические группы растений и животных можно выделить по отношению к водному режиму?
3. Какие приспособления к жизни в водной среде имеются у животных и растений?
4. Всегда ли сохраняется зависимость типа «больше воды – длиннее проросток», или существует предел, после которого увеличение количества воды не вызывает увеличения длины проростка?
5. Какую роль в конкурентной борьбе играет способность семян некоторых растений прорастать при более низких значениях влажности по сравнению с семенами других видов растений?
6. В каких условиях эта способность является важной, а в каких не имеет большого значения?

Влияние pH среды

Кислотность среды (водной и наземной) оказывает сильное влияние на распространение и численность живых организмов. Она либо

непосредственно воздействует на активность ферментов, состояние цитоплазмы клеток, интенсивность осморегуляции и другие показатели, либо действует опосредованно через изменение доступности биогенных элементов, концентрации токсических соединений и т.д. Характер и степень влияния pH среды на организмы можно установить экспериментальным путем.

Растения являются продуцентами. В процессе фотосинтеза они производят органическую биомассу. Количество органической биомассы, созданной растением за определенную единицу времени, называют продуктивностью. Общее количество органики, созданное за период вегетации, — это биомасса растений. По отношению к кислотности выделяют несколько экологических групп растений:

- *ацидофиты* растения кислых почв;
- *базифиты* растений щелочных почв;
- *нейтрофиты* растения нейтральных почв.

Экологическая группа отражает отношение организмов к какому-либо экологическому фактору и объединяет совокупность видов, сходно реагирующих на изменение интенсивности данного фактора

Микроскопические водоросли в водных местообитаниях являются одним из основных поставщиков растворенного органического вещества и кислорода, кормовой базой для зоопланктона. Следовательно, от состава и численности водорослей зависит функционирование водных экосистем. Зная характер реакции микроскопических водорослей на изменение pH, можно строить экологические прогнозы развития фитопланктона, зоопланктона, водных экосистем на конкретную ситуацию.

Практическая работа №10. Влияние pH на жизнедеятельность микроскопических водорослей.

Цель работы: изучить характер и степень воздействия pH на жизнедеятельность микроскопических водорослей. Получить навыки практической работы с водорослями.

Оборудование: культуры зеленых водорослей, питательная среда Болда, пробирки, плоскодонные колбы, пипетки на 1 и 5 мл, pH-метр (универсальная индикаторная бумага), фотоэлектрокалориметр (ФЭК), центрифуга, концентрированный раствор кислоты (H_2SO_4 или HCl) и щелочи (NaOH или KOH).

Ход работы: для проведения эксперимента водоросли специально готовят. Можно использовать коллекционные виды, либо самостоятельно выделенные из природных местообитаний (почвы, воды). Список наиболее доступных коллекций водорослей, методы выделения и культивирования, методика подготовки культуры к эксперименту описаны в Приложении. В плоскодонные колбы наливают по 40 мл питательной среды и с помощью кислоты и щелочи устанавливают pH в пределах 3-10. Интервал между

отдельными показателями pH подбирают исходя из конкретных условий (оптимальный - 0,5 или 1). В итоге получают серию колб со значениями pH питательной среды от 3 до 10. Из каждой колбы питательную среду разливают в 2-5 пробирки по 10 мл (каждая пробирка является одной повторностью; чем больше повторностей, тем достовернее полученные результаты) и вносят 1-3 капли концентрированной суспензии водорослей до получения слабо зеленоватого цвета. Пробирки помещают в слегка наклонном состоянии на освещенное место (на подоконники окон выходящих на север т.к. прямой солнечный свет губителен для водорослей, или под электрическую лампу) и инкубируют в течение 10-14 суток. Во время инкубации необходимо периодически встряхивать пробирки, чтобы предотвратить появления осадка из клеток.

Оформление и анализ результатов: По окончании инкубации на фотоэлектрокалориметре замеряют оптическую плотность суспензии клеток. Чем больше оптическая плотность, тем выше численность водорослей, а, следовательно, и скорость их размножения. 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.

При отсутствии фотоэлектрокалориметра можно отмечать только три кардинальные точки: минимальную, максимальную и оптимальную. Все оценки проводят глазомерно, первые две точки - по потере окраски, третью (точку оптимума) находят по наиболее плотной зеленой окраске суспензии клеток, что соответствует наиболее высокой скорости размножения и роста водорослей, а это происходит при наличии для них оптимальных условий. Результаты определения оптической плотности (она дается в относительных единицах) заносят в таблицу 12.

Таблица 12.

Значения оптической плотности (относительные единицы) суспензии клеток водорослей при различных значениях pH среды

Номера пробирок	Значения pH							
	3	4	5	6	7	8	9	10
1								
2								
3								
4								
5								
Среднее								

По данным, внесенным в таблицу, строится график зависимости оптической плотности суспензии клеток от величины pH рис. 9.

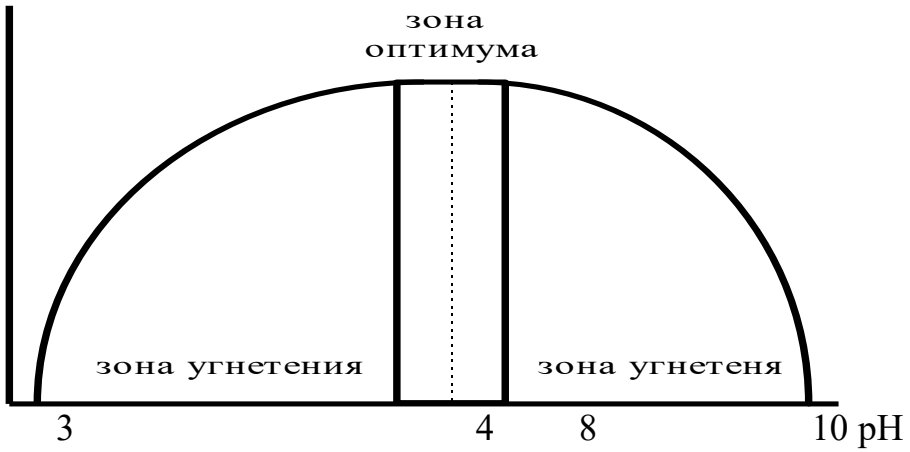


Рис. 9. График зависимости оптической плотности суспензии клеток от величины pH

На графике отмечают минимальные, максимальные и оптимальные значения pH, зону толерантности для данной водоросли (если в опыте использован определенный вид) или для взятой совокупности видов (в том случае, когда использована их смесь самостоятельно выделенная из естественного местообитания).

Выводы: по окончании эксперимента формируют общий вывод о значении pH как экологического фактора для развития микроскопических водорослей.

Практическая работа №11. Действие pH на прорастание семян.

Цель работы: исследовать зависимость между значениями pH среды и характером прорастанием семян. Оценить устойчивость семян различных растений к этому экологическому фактору.

Оборудование: семена различных растений с всхожестью не менее 70%, фотокюветы (их величина зависит от количества видов семян, взятых для эксперимента и числа семян каждого вида), 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.

Ход работы: в 9 колб наливают по 50 мл водопроводной воды. С помощью кислоты и щелочи «сдвигают» pH таким образом, чтобы получился ряд со значениями pH воды от 3 до 10 (лучше от 2 до 12). На дно фотокювет настилают 3-4 слоя фильтровальной бумаги и раскладывают по 25-50 семян 3-5 и более видов растений. Фильтровальную бумагу в кюветах увлажняют водой из соответствующих колб с установленным значением pH. На поверхность семян настилают еще один слой фильтровальной бумаги, смоченной той же водой, кюветы накрывают пластинкой, препятствующей быстрому высыханию, и ставят на проращивание (методика проращивания подробно описана в

Приложении).

Оформление и анализ результатов: по окончании проращивания оценивают влияние pH на следующие показатели:

- всхожесть семян;
- длину проростков.

Полученные данные заносят в таблицу 13.

Таблица 13.

Всхожесть семян в % (или средняя длина проростков в мм) при различных значениях pH

Семена (виды)	Значение pH							
	3	4	5	6	7	8	9	10
А								
Б								
В								
Г								

На основе табличного материала строят диаграмму, показывающую диапазон устойчивости семян к pH. Пример приведен на рисунке 10.

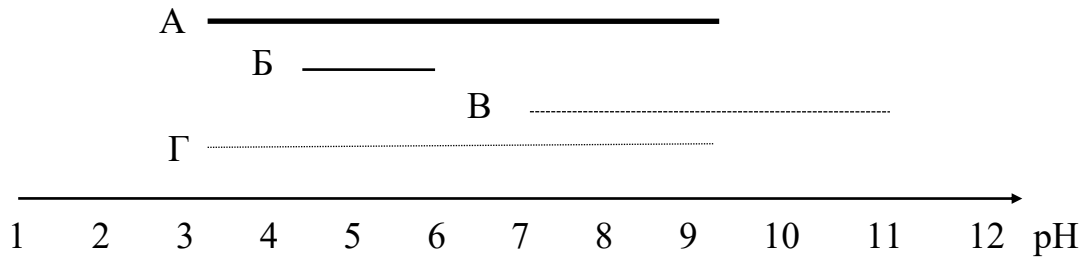


Рис. 10. Пример построения диаграммы распределения зон толерантности по вектору величины pH

Диапазон устойчивости организма к экологическому фактору (зона толерантности) ограничен точками минимума и максимума. Они соответствуют крайним значениям данного фактора, при которых возможно существование организма. Используя построенную диаграмму, можно провести простейшую экологическую классификацию, выделив эврибионтные и стенобионтные виды. Эврибионтными называются виды, способные существовать в широком диапазоне значений экологического фактора (на рис. 10 они представлены видами А и Г). К стенобионтным относят виды, способные существовать в узком диапазоне значений экологического фактора (на рис. 10 виды Б и В). Кроме того, в зависимости от набора семян, взятых для опыта, выделяют ацидофилов, зона толерантности которых сдвинута в сторону "кислых" значений pH (на рис. 10 вид Б) и базифилов, зона толерантности которых сдвинута в сторону "щелочных" значений pH (на рис. 10 вид В).

Для получения более детальной информации следует построить график зависимости всхожести (или других измеренных параметров) семян от величины pH. Пример графика, отражающего такую зависимость, представлен на рис. 11.



Рис. 11. График зависимости всхожести семян от pH среды.

Выводы: по окончании эксперимента формируют общий вывод о значении pH как экологического фактора для прорастания семян, а в конечном итоге и для формирования видового состава фитоценоза.

Практическая работа №12. Влияние различной концентрации водородных ионов на урожай растений.

В представленной работе предлагается изучить влияние различных водородных ионов на образование биомассы растений бобов. Кроме бобов можно использовать самые разные виды растений.

Цель работы: изучить влияние различной концентрации водородных ионов на урожай растений.

Оборудование: семена конских бобов или других растений, сосуды для водных культур, кристаллизатор, чашки Петри, фильтровальная бумага, резиновая груша, пипетки, универсальный индикатор, фарфоровые тарелочки или палетки. Реактивы: $Ca(NO_3)_2$; $MgSO_4$; KCl; KH_2PO_4; Fe_2Cl_6; NaOH;CH_3COOH.

Ход работы: отберите50-60 семян конских бобов и прорастите (методика проращивания семян описана в Приложении). Когда длина корешков проростков достигнет 2-3 см, перенесите их на крышки из парафинированной марли сосудов емкостью 300-500$см^3$, наполненных питательным раствором (1/3нормальной смеси) Кнопа на водопроводной воде (методика приготовления питательной среды описано в Приложении). При появлении у большинства проростков первой пары листьев проведите окончательный отбор проростков для опыта. Опыт по изучению влияния pH в лабораторных условиях лучше проводить с водными культурами. Он может быть поставлен по схеме, представленной в таблице 14.

Таблица 14.

Примерная схема закладки опыта по изучению влияния pH

pH раствора	3	4	5,5	6	7	8	9
Количество сосудов	2	2	2	2	2	2	2

Путем подкисления слабой уксусной кислотой или подщелачивания слабым раствором щелочи установите pH питательного раствора в сосудах согласно схеме опыта. Величину pH определите с помощью pH-метра или приблизительно, используя универсальный индикатор.

В дальнейшем величину pH проверяют через каждые три дня, в случае сдвига реакции снова устанавливают ее до нужных пределов. Питательные растворы меняют каждые 8-10 дней.

Конские бобы очень чувствительны к pH раствора и в кислой среде растут очень плохо.

Обычно уже через две недели растения на кислой среде имеют очень угнетенный вид. Так, растения при pH, равном 3 и 4, сильно отстают в росте, на листьях появляются темные пятна, значительная часть их скоро совсем засыхает. На 25-й день от начала опыта растения этих двух вариантов (pH 3 и 4) обычно погибают.

В щелочной среде (pH 8 и выше) угнетение растения появляется позже. Растения отстают в росте от тех, которые находятся при оптимальном pH (pH 5,5-6). Однако они не погибают и могут закончить свой цикл развития, резко снижая при этом свой урожай.

Оформление и анализ результатов: в течение опыта ведут наблюдения за растениями. Измеряют: высоту надземной части растения, объем корневой системы (погружением ее в мерный стакан с водой), длину главного корня, свежий и сухой вес растения.

В результате данного опыта, при условии тщательной и частой проверки величины pH и поддержания ее в строгом соответствии со схемой опыта, могут быть получены цифровые данные, характеризующие значение pH в жизни растения. Результаты наблюдений заносят в таблицу 15.

Таблица 15.

Влияние величины pH питательного раствора на урожай конских бобов

Величина pH	pH=3	pH=8	pH=6
Высота надземной части, см			
Объем корневой системы, $см^3$			

Длина главного корня, см			
Свежий вес растения, г			
Сухой вес растения, г			
Примечание	Один побег, листья с темными пятнами, сохнут.	2 побега, много пожелтевших листьев, растение не цветет.	2 побега, растение имеет свежий зеленый вид, хорошо цветет.

Выводы: по окончании эксперимента формируют общий вывод о влиянии водородных ионов на образование биомассы растений бобов, а в конечном итоге и на урожай растений.

Контрольные вопросы:

1. Какие природные и антропогенные процессы вызывают изменения pH водных экосистем?
2. К каким экологическим последствиям может привести угнетение развития фитопланктона?
3. Используя график, представленный на рис. 12 составьте сценарий развития фитопланктона при следующих значениях pH: pH=2; pH=3; pH=4; pH=6; pH=7; pH=8; pH=12.

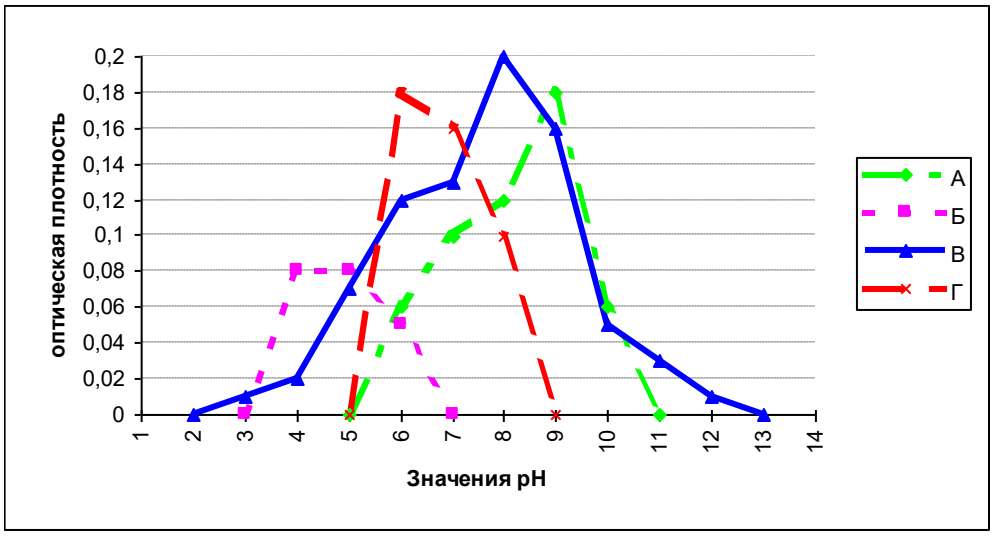


Рис. 12. График зависимости численности четырех гипотетических видов (А, Б, В, Г) водорослей от pH водной среды

4. Объясните, что будет происходить с тремя видами зоопланктона $З_1$, $З_2$ и $З_3$ при постепенном изменении pH от 2 до 12, если известно, что

особи вида $З_1$ питаются водорослями видов А и Г, особи вида $З_2$ питаются видами Б, а особи вида $З_3$ - видами В (прямое влияние pH на зоопланктон в данном случае не принимается во внимание).

5. К каким экологическим последствиям может привести гибель зоопланктона в каком-либо конкретном водоеме?

6. Какие выделяют экологические группы растений по отношению к кислотности среды?

7. Как влияет pH раствора на биологическую продуктивность растений и общую биомассу?

Влияние тяжелых металлов

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.

В то же время, большинство тяжелых металлов в малых количествах являются микроэлементами (например, Mn, Zn, Cu, Co, Mo) (табл. 16), большая физиологическая значимость которых научно доказана и используется в практике сельского хозяйства и медицины.

Таблица 16.

Необходимость и токсичность металлоионов для растительных организмов

Элемент	Биологическая роль для растительных организмов	Симптомы фитотоксичности
Железо	Входит в состав многих ферментов (каталаза, пероксидаза, цитохромоксидаза), различных цитохромов и негеминовых железопротеидов. Железосодержащие белки принимают участие в окислительно-восстановительных реакциях фотосинтеза, дыхания, углеводного обмена, в фиксации молекулярного азота.	Сильно ингибирует рост, вызывает выцветание клеток, образование протоплазматических опухолей и гибель клеток.
Кадмий	Влияет на некоторые ферментативные процессы и метаболизм других микроэлементов - цинка, меди, железа	Ингибирование роста, хлороз, деформация клеток и нитей водорослей, уменьшение частота образования гетероцист.

Кобальт	Незаменимый элемент в составе витамина B_{12}, кобамидных коэнзимов, метилкорриноидов и др. Участвует в обмене веществ, способствует фиксации атмосферного азота, ускоряет рост, развитие и повышает продуктивность сельскохозяйственных культур.	Вызывает ингибирование роста, включение железа в протопорфирин, снижение содержания хлорофилла, белка.
Марганец	Регулирует активность ряда ферментов, влияет на минеральное питание, участвует в процессах дыхания и биосинтезе нуклеиновых кислот. Соединения марганца считают ответственными за активность центра выделения кислорода фотосистемы II у водорослей.	Нарушает метаболизм железа, кальция и цинка. Снижение роста и продукции у растений.
Медь	Участие в ферментативных реакциях в составе медьсодержащих ферментов. В оптимальном количестве усиливает интенсивность процессов дыхания, что способствует улучшению белкового обмена, росту и развитию растений.	Вызывает отставание в росте, вялость растения. Нарушает метаболизм железа вследствие чего наступает хлороз.
Молибден	Участвует в азотном обмене, стимулирует биосинтез нуклеиновых кислот и белков, повышает содержание хлорофилла и витаминов.	Подавление развития.
Никель	Не установлена	Напоминают симптомы недостаточности по железу и цинку. Крапинки и светло-зеленые полосы на листьях.
Свинец	Значение не совсем ясно. Имеются противоречивые данные, указывающие на стимуляцию роста; влияет на поглощение воды растений, фотосинтез и т.д.	Угнетение роста и изменение морфологии.

Практическая работа №13. Влияние тяжелых металлов на всхожесть и развитие семян высших растений.

Цель работы: исследовать зависимость между концентрациями тяжелых металлов и прорастанием семян. Оценить устойчивость семян различных растений к этому экологическому фактору. Определить наиболее токсичный металл и его концентрации для семян каждого из видов растений.

Оборудование: водорастворимые соли магния, цинка и меди с одинаковыми кислотными остатками (нитраты, хлориды или сульфаты), семена высших растений с высокой степенью всхожести, плоскодонные колбы на 100 мл, чашки Петри или фотокюветы, фильтровальная бумага, ножницы, технические весы, карандаш по стеклу.

Ход работы: готовят растворы солей в концентрациях от 0,1 до 5% с произвольным шагом. На дно фотокюветы или чашки Петри настилают 3-4 слоя фильтровальной бумаги и раскладывают по 25-50 семян 3-5 видов растений. Фильтровальную бумагу в чашках увлажняют растворами из соответствующих колб. На поверхность семян настилают еще один слой бумаги, смоченной в том же растворе. Фильтровальную бумагу в контрольных чашках смачивают водопроводной водой. Чашки закрывают для предотвращения быстрого высыхания и ставят на проращивание. По окончании проращивания оценивают всхожесть семян и длину проростков в каждом варианте. Полученные данные заносят в таблицу 17.

Таблица 17.

Всхожесть семян растений в % (или средняя длина проростков) при различных концентрациях тяжелых металлов

Семена (виды)	Концентрации тяжелых металлов, %											
	0	0,1	0,5	1.0	1,5	2,0	2,5	3	3,5	4	4,5	5
А												
Б												
В												
Г												
Д												

Оформление и анализ результатов: на основании табличного материала строят диаграмму, показывающую диапазон устойчивости видов к действию тяжелых металлов. Пример диаграммы на рисунке 13. Выделите на диаграмме конечные точки диапазона устойчивости, определите зону оптимальных концентраций металлов для данного вида семян.

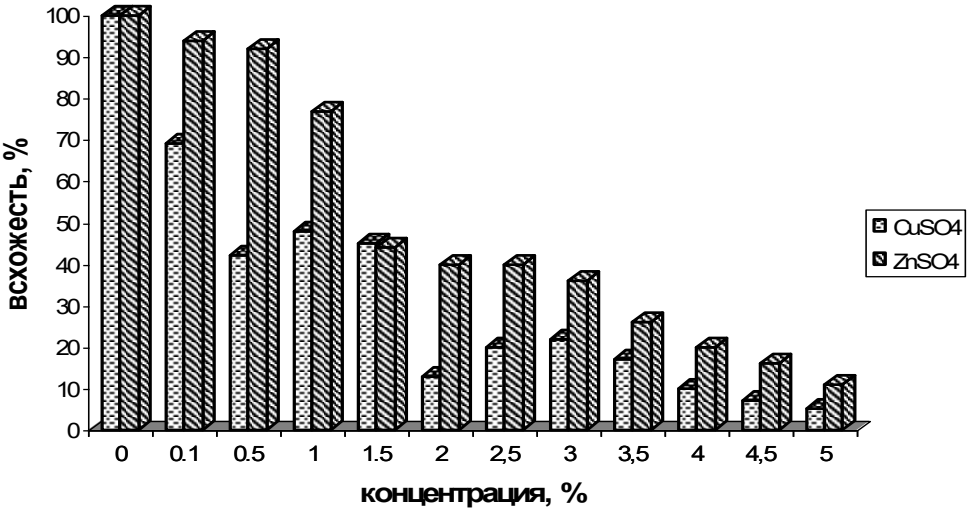


Рис. 13. Влияние различных концентраций $CuSO_4$ и $ZnSO_4$ на всхожесть семян пшеницы

Выводы: по окончании эксперимента формируют общий вывод о влиянии тяжелых металлов на всхожесть и развитие семян высших растений.

Практическая работа № 14. Изучение фунгицидного действия ТМ.

Цель работы: подтвердить фунгицидную активность, т.е. высокую токсичность по отношению к грибному сообществу, меди и кадмия. Выявить диапазон толерантности (устойчивости) грибного сообщества к этим металлам. Сравнить фунгицидные свойства меди и кадмия. Определить более сильный фунгицид.

Оборудование: чашки Петри, колбы на 100 мл, пипетки, порошки $CuSO_4$ и $CdSO_4$ (возможна замена хорошо растворимыми солями других тяжелых металлов), хлеб или сухари, карандаш по стеклу.

Ход работы: произвести расчеты необходимых масс солей для приготовления растворов, соответствующих концентрациям в %: 25, 20, 15, 10, 5, 1, 0,5, 0,1. Приготовить растворы, подписать колбы.

Приготовить небольшие, примерно одинакового размера, кусочки субстрата (хлеб, сухари). Разложить на 2-3 кусочка в этикетированные чашки Петри. Смочить 3-5 мл соответствующего раствора. Закрыть крышками для сохранения влаги. Контроль смочить водопроводной водой. Поставить для инкубации в слабоосвещенное место. Ежедневно производить просмотр чашек, глазомерно определяя степень обрастания субстрата грибами, используя пятибалльную шкалу обилия:

покрытие всей внешней поверхности субстрата − 5 баллов,

обрастание до 75% (3/4) − 4 балла

50% (1/2) − 3 балла

25% (1/4) − 2 балла

редкие вкрапления мицелия − 1 балл

отсутствие гифов грибов − 0 баллов.

Оформление и анализ результатов: результаты заносятся в таблицу 18. По средним баллам обрастания попробуйте построить график зависимости развития грибного сообщества от концентрации токсиканта. Выделите интервал концентраций металлов, не влияющих на развитие грибов, и летальную концентрацию. Определите металл, имеющий наиболее выраженные фунгицидные свойства.

Таблица 18.

Степень развития грибного сообщества при различных концентрациях тяжелых металлов

День просмотра	№ субстрата	Концентрация металла, %								
	1									
	2									
	3									
Среднее значение										

Выводы: по окончании эксперимента формируют общий вывод о диапазоне толерантности грибного сообщества к тяжелым металлам, сравнивают фунгицидные свойства меди и кадмия, определяют наиболее сильный фунгицид.

Практическая работа №15. Влияние марганцовокислого калия на укоренение черенков.

Цель работы: выяснить, какое влияние на образование и рост придаточных корней растений оказывает марганцовокислый калий.

Оборудование: черенки различных растений, раствор $KMnO_4$ 0,01%, матерчатые банки объемом 300-400 мл, линейки.

Ход работы: для проведения опытов нужно взять черенки, одинаковые по размерам и стадийному состоянию. Одну часть черенков ставят в банку с водой и оставляют в качестве контрольных, вторую помещают в 0,01% раствор марганцовокислого калия и оставляют их в течение 12-24 часов при температуре 18-22^{0}С. Продолжительность пребывания черенков в растворе зависит от степени одревеснения: черенки древесных пород выдерживают в растворе более продолжительный срок. По истечении времени обработки черенки промывают и ставят в банки с водой. Затем и контрольные и опытные черенки ставят в хорошо освещенное место. За растениями ведут наблюдения, отмечают сроки появления корней.

Оформление и анализ результатов: в конце опыта учитывают число корней, измеряют их длину. Данные заносят в таблицу 19.

Таблица 19.

Влияние марганца на рост придаточных корней

Растения	Контроль		$KMnO_4$	
	число корней	длина корней	число корней	длина корней
Бегония				
Смородина				
Крыжовник				

Выводы. По результатам эксперимента делают вывод о влиянии марганца на образование и рост корней, о возможности использования этого металла как стимулятора роста в работе с плохо укореняющимися комнатными растениями и в сельскохозяйственной практике.

Практическая работа №16. Влияние различной дозировки $ZnSO_4$ на развитие аспергилла (*Aspergillus niger*).

Цинк является элементом, необходимым для жизнедеятельности живых организмов, в том числе микроорганизмов и грибов. Он является микроэлементом, участвует в процессах активации ферментов, энергетическом обмене, расщеплении белков, влияет на ростовые процессы. Цинк − сильный стимулятор вегетативного роста грибов. Под влиянием ионов цинка сильно стимулируется вегетативный рост гриба *Aspergillus niger* (рост его мицелия), но спороношение задерживается. Показано, что прибавление к питательному раствору сернокислого цинка в концентрации 0,0005% стимулирует рост гриба, доза в 0,003% увеличивает урожай мицелия вдвое. Более высокая концентрация ингибирует рост мицелия.

Цель работы: изучить влияние различной дозировки $ZnS0_4$ на развитие аспергилла.

Материалы и оборудование: мерная колба на 500см^3, колбочки Эрленмейера на 150см^3 7 шт., пипетки, капельница, фильтровальная бумага, воронки, стеклянные палочки, промывалка с дистиллированной водой, вата не гигроскопическая, весы, термостат, сушильный шкаф. Реактивы: сахароза; KH_2PO_4; NH_4NO_3; $MgS0_4$; $FeS0_4$ − 1% раствор, ZnS04 − 1%-ный раствор, фенолфталеин.

Ход работы: задача настоящего опыта − выяснить, какое количество сернокислого цинка, внесенное в полную питательную смесь, задерживает спороношение и увеличивает сухой вес мицелия гриба *Aspergillus niger*. Готовят полную питательную смесь следующего состава: вода − 500 см^2, сахароза − 25г; KH_2PO_4 − 0,5г, NH_4NO_3 − 1,5г; $MgS0_3$ − 0,5г; $FeS0_4$ − 3 капли 1%-ного раствора. Все соли отвешивают на весах, растворяют в водопроводной воде в мерной колбе на 500 см^3. После растворения всех солей вносят 3 капли слабого раствора $FeSO_4$, доливают колбу водой до

метки и колбу взбалтывают.

Далее берут 7 колб Эрленмейера емкостью в 150 $см^3$, наливают в каждую из них по 50 $см^3$ раствора и прибавляют туда же 1% раствор сернокислого цинка в следующих дозах:

1 − контрольная колба с питательным раствором без сернокислого цинка;

2 − колба с добавлением 1 капли 1%-ного раствора сернокислого цинка;

3 − колба с добавлением 2 капель;

4 − колба с добавлением 4 капель;

5 − колба с добавлением 6 капель;

6 − колба с добавлением 8 капель;7 − колба с добавлением 10 капель.

Горло всех колб закрывают рыхлыми ватными пробками, так как гриб очень чувствителен к недостатку аэрации, подписывают, с указанием числа внесенных капель раствора сернокислого цинка и стерилизуют в автоклаве при 120^0С течение 15 минут. После этого, колбы охлаждают, засевают спорами чистой культуры гриба, соблюдая все правила микробиологической техники. Затем колбы ставят в термостат при температуре около 30^0С.

Развитие гриба становится заметным уже на второй день, на шестой день опыт ликвидируют.

Состояние культур на шестой день может быть следующим.

Контрольная колба (без сернокислого цинка) − мощный мицелий, обильное спороношение.

У всех культур с прибавлением сернокислого цинка − мощный складчатый мицелий и слабое спороношение. В культуре с сернокислым цинком максимальное спороношение в колбах с 1 и 2 каплями сернокислого цинка. По мере увеличения числа капель количество спор уменьшается. В колбе с 10 каплями сернокислого цинка спороношение к 6-му дню лишь едва начинается.

Таким образом, в условиях этого опыта внесение различных доз сернокислого цинка задерживает спороношение. Прибавление 10 капель 1%-ного раствора к 50 $см^3$ питательной смеси задерживает его наиболее сильно.

В этом опыте можно определить сухой вес мицелия и его кислотообразующую способность. Для этого переносят мицелий из колб на сухой взвешенный фильтр, раствор фильтруют через те же фильтры, промывают мицелий водой и доводят объем фильтрата до 100 $см^3$. Добавляют 3 капли фенолфталеина и титруют раствором едкого натра (0,1н) до появления розового оттенка от одной капли.

В результате этих определений можно установить увеличение сухого веса гриба и повышение кислотности фильтрата под действием прибавленного сернокислого цинка.

Выводы: по окончании эксперимента формируют общий вывод о функции цинка в живых организмах, влиянии различных концентраций цинка на рост грибов.

Контрольные вопросы:

1. К какой группе экологических факторов относится действие тяжелых металлов?
2. В каких количествах каждый из исследуемых металлов становится ограничивающим фактором?
3. Подумайте, какие приспособления могут быть у растений для избегания токсического воздействия избыточного содержания в среде этих веществ.
4. Назовите антропогенные источники поступления тяжелых металлов в окружающую среду.
5. Многие растения, произрастающие в местах с высоким содержанием металлов, способны их накапливать. Попробуйте предсказать последствия передачи этих элементов по цепи питания человека.
6. Какие соединения, содержащие тяжелые металлы, используются в сельском хозяйстве?

БИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

К *биотическим* факторам относятся факторы органического мира, которые влияют на живые организмы непосредственно или косвенно, через изменение абиотических факторов. Все многообразные биотические факторы обычно подразделяют на две группы: фитогенные − влияние растений и зоогенные − влияние разнообразных животных. Влияние биотических факторов в одних случаях носят положительный, в других − отрицательный характер. К группе отрицательных фитогенных факторов можно отнести влияние растений друг на друга путем выделения различных физиологических веществ. Эта форма влияния была названа *аллелопатией* (от греческого *allelon* − взаимный и *pathos* − страдание, воздействие).

Все многообразие взаимоотношений между организмами можно разделить на два основных типа: *антагонистические* и *неантагонистические*.

Антагонистические – это такие отношения, при которых организмы двух видов подавляют друг друга или один из них подавляет другой без ущерба для себя. Основные формы этого вида биотических отношений: *хищничество*, *паразитизм* и *конкуренция*.

Хищничество – форма взаимоотношений организмов разных трофических уровней, при которой один вид организмов живет за счет другого, поедая его.

Паразитизм – межвидовые взаимоотношения, при которых один вид живет за счет другого, поселяясь внутри или на поверхности тела организма–хозяина.

Конкуренция – форма взаимоотношений, при которых организмы одного трофического уровня борются за пищу и другие условия существования, подавляя друг друга.

Основные формы неантагонистических взаимодействий: *симбиоз*, *мутуализм* и *комменсализм*.

Симбиоз (сожительство) – это обоюдовыгодные, но необязательные взаимоотношения разных видов организмов.

Мутуализм (взаимный) – взаимовыгодные и обязательные для роста и выживания отношения организмов разных видов.

Комменсализм (сотрапезник) – взаимоотношения, при которых один из партнеров извлекает выгоду, а другому они безразличны.

Практическая работа №17. Изучение антагонистических взаимоотношений между отдельными почвенными бактериями.

Цель работы: проиллюстрировать аллелопатические взаимоотношения между бактериальными сообществами.

Оборудование: чашки Петри, среда Чапека или какая-либо другая агаризованная среда (приготовление сред см. в Приложении), колбы на 100 мл, термостат, почва.

Ход работы: готовят агаризованную питательную среду и разливают по чашкам Петри. После застывания густо засеивают предварительно выделенной чистой культурой бактерий. Через некоторое время (12-24 часа) на ту же чашку наносят небольшими участками и в разных местах чистую культуру другого микроорганизма-антагониста или в виде капельки суспензии, или в виде кусочка агаровой среды, на которой этот микроорганизм хорошо развился. Чашки Петри с двойным посевом ставят в термостат с температурой 30-35^{0}С. Если первая форма равномерно разрастается по всей поверхности чашки, значит, второй микроб не обладает по отношению к нему антагонистическими свойствами. Если же вокруг колонии второго (подсеянного) микроба образуются чистые зоны, значит, эта форма выделяет в среду антибиотические вещества и мешает развитию первой формы. В этом случае налицо антагонистические отношения между микроорганизмами.

Для выделения отдельных культур микробов на среду наносят несколько комочков почвы или же несколько капель почвенной болтушки (1:100 или 1:1000) в разных местах чашки. Через несколько дней почвенные бактерии разрастаются сплошным слоем по всей поверхности чашки. При поисках почвенных микробов-антагонистов чашку Петри с агаровой средой густо засевают изучаемым микроорганизмом (тест-объект) и на нее наносят несколько комочков почвы или же несколько

капель почвенной болтушки (1:100 или 1: 1000) в разных местах чашки. Через несколько дней почвенные бактерии разрастаются сплошным слоем по всей поверхности чашки, но вокруг некоторых колоний остаются чистые зоны, в середине которых находится колония бактерий, выделяющая антибиотическое вещество. В этом случае антагонистические взаимоотношения имеются между отдельными почвенными бактериями. Обе формы (угнетающую и угнетаемую) следует выделить в чистую культуру и изучить детальнее характер их взаимоотношений, например, определить степень угнетения при развитии организмов на других питательных средах.

Оформление и анализ результатов: данные опытов заносятся в таблицу 20.

Таблица 20.

Число колоний микроорганизмов, выращенных на разных питательных средах

Штаммы микроорганизмов	Число колоний на разных средах		
	среда Чапека	крахмальная среда	минеральная среда
1			
2			

Выводы: на основании полученных данных сделать вывод о возможных взаимоотношениях между микроорганизмами и о влиянии на них среды.

Практическая работа №18. Влияние ростовых веществ дрожжей на укоренение черенков.

Цель работы: познакомиться с влиянием ростовых веществ дрожжей на рост придаточных корней.

Оборудование: черенки растений, дрожжи, фильтровальная бумага, банки, линейки, мензурка на 500 мл, весы, разновес, колба на 500 мл.

Ход работы: дрожжи содержат вещества типа биоса. К этой группе веществ относят витамин B_1 биотин (витамин Н) и спирт мезоинозит, которые усиливают рост корней. Они могут быть использованы при укоренении черенков. Для опыта берут черенки разных растений, например, тополя, черной смородины, бегонии, маранты, лигуструма и др. Черенки должны подбираться одинаковые по возрасту, размерам, стадийному состоянию. Взятые для опыта черенки делят на две части, одну часть их оставляют в качестве контрольных. Контрольные черенки помещают в банку с водой, опытные − в раствор дрожжей (концентрация раствора 100 мг на один литр). Черенки оставляют стоять в растворе в течение 20-24 часов при температуре 20-22^{0}С. По истечении этого срока

черенки вынимают из раствора, обмывают водой и помещают в банку с водой емкостью 200-300 мл. Для предотвращения застаивания воды в нее помещают кусочки древесного угля. Уровень воды не должен быть очень высоким. В момент появления корней для создания большей влажности стенки банки внутри покрывают полосками фильтровальной бумаги. На протяжении всего периода эксперимента за черенками ведут наблюдения и уход.

Оформление и анализ результатов: результаты наблюдений записывают в таблицу 21.

Таблица 21.

Влияние дрожжей на образование корней у черенков

Растение	Варианты	Дата постановки опыта	Время появления корней	Число корней к концу опыта
Бегония	Дрожжи, вода			
Герань	Дрожжи, вода			
Тополь	Дрожжи, вода			

Выводы: по результатам эксперимента определить характер влияния дрожжей на скорость появления корней, интенсивность роста. Сделать вывод о возможности практического применения такой обработки для трудно укореняющихся черенков.

Практическая работа №19. Влияние культуральной жидкости водорослей на прорастание семян высших растений.

Цель работы: изучить влияние культуральной жидкости водорослей разных систематических групп на прорастание семян и качество проростков.

Оборудование: семена пшеницы или других растений с высокой всхожестью, фильтровальная бумага, или марля, или бинт, чашки Петри, пипетки на 10 мл, коллекция культур водорослей, воронки, плоскодонные колбы, линейка.

Ход работы:

I. Приготовление культуральной жидкости.

В начале работы готовят культуральные жидкости водорослей. Для этого берут старые (культивируемые в течение месяца) культуры водорослей разных отделов. С помощью воронок, фильтров (или в несколько слоев сложенной марли) отфильтровывают культуральную

жидкость от суспензии клеток в отдельные колбы. Получится четыре колбы с культуральными жидкостями, которые подписывают.

II. Подготовка семян и оборудования.

Предварительно проверяют семена на всхожесть. Учитывают, что не все семена будут прорастать даже в самых благоприятных условиях, так как при хранении часть из них по разным причинам теряет всхожесть. Чем выше всхожесть семян, взятых для эксперимента, тем точнее и нагляднее полученные данные.

Также для работы потребуется 15 чистых и сухих чашек Петри. На дно чашек настилают 3-4 слоя фильтровальной бумаги или в несколько слоев сложенной марли. На фильтровальную бумагу в каждую чашку раскладывают по 50 семян пшеницы. Чашки необходимо пронумеровать из расчета, что каждую культуральную жидкость водорослей разливают в трех повторностях, три оставшиеся чашки будут контрольными.

III. Закладка опыта.

В контрольные чашки с помощью пипетки наливают по 10 мл водопроводной воды. В остальные – культуральные жидкости по 10 мл в трех повторностях. Сверху на семена накладывают еще один слой фильтровальной бумаги или марли и чашки закрывают крышками. Подготовленные таким образом чашки помещают в теплое место на 5-7 суток. Свет для проращивания семян необязателен.

Оформление и анализ результатов: по окончании проращивания подсчитывают количество проросших семян с нормальными проростками (корешок и почка с листочками должны быть хорошо развиты). Данные заносят в таблицу 22.

Таблица 22.

Влияние культуральной жидкости водорослей на всхожесть семян пшеницы

Повторности	Виды				Контроль
	А	В	С	Д	
1					
2					
3					
Среднее значение					
Всхожесть, %					
Коэффициент нормирования					

Измеряют длину проростков в каждом варианте. Длина проростков измеряется от кончика самого длинного корешка до кончика самого длинного листочка. Результаты заносят в таблицу 23.

Таблица 23.

Влияние культуральной жидкости водорослей на длину проростков пшеницы

Повторности	Виды				Контроль (вода)
	А	В	С	Д	
1					
2					
3					
Среднее значение					
Эффективность прорастания, %					

Попутно в лабораторной тетради отмечают степень поражения семян бактериями и микроскопическими грибами.

Далее рассчитывают среднее значение числа проросших семян для опыта с каждым видом водорослей и для контроля отдельно по формуле:

$$Сумма\ всех\ проросших\ семян\ в\ опыте = \frac{Среднее\ значение\ числа\ проросших\ семян, шт.}{Число\ повторностей}$$

После этого рассчитывают всхожесть семян по формуле:

$$Всхожесть(\%) = \frac{Среднее\ значение\ числа\ проросших\ семян\ в\ опыте}{Число\ семян, взятых\ для\ опыта} * 100\%$$

И наконец, по результатам всхожести рассчитывается коэффициент нормирования по формуле:

$$Коэффициент\ нормирования = \frac{Всхожесть\ в\ опыте(\%)}{Всхожесть\ в\ контроле(\%)}$$

Результаты вычислений вносят в таблицу 22.

Для величин длины проростков в опыте с каждым видом водорослей и контроле рассчитывают среднее значение по формуле:

$$Среднее\ значение\ длин\ проростков\ (см) = \frac{Сумма\ длин\ проростков}{Число\ повторностей}$$

Далее рассчитывают эффективность прорастания семян по формуле:

$$Эффективность\ прорастания\ (\%) = \frac{Среднее\ значение\ длины\ проросших\ семян\ в\ опыте}{Среднее\ значение\ длины\ проросших\ семян\ в\ контроле} * 100\%$$

Полученные результаты вносят в таблицу 23. Если значения коэффициента эффективности прорастания получились больше 100%, то культуральная жидкость водоросли оказала благоприятное воздействие на развитие проростка, если меньше 100% – ухудшила развитие проростков, равна 100% – не оказала влияние на развитие проростков.

По значениям коэффициента нормирования эффективности проростков строят диаграмму.

Если коэффициент нормирования равен единице, то культуральная жидкость водоросли не оказала влияние на всхожесть семян пшеницы, если больше единицы – культуральная жидкость стимулировала прорастание семян, меньше единицы – ингибировала прорастание.

Выводы: По результатам эксперимента определяют, какое влияние оказывают водоросли на прорастание семян и качество проростков.

Контрольные вопросы:

1. Какой тип взаимоотношений можно рассматривать как «отрицательные взаимодействия»?
2. Какой тип взаимоотношений можно рассматривать как «положительные взаимодействия»?
3. Какой тип взаимоотношений можно рассматривать как «положительно-отрицательные взаимодействия»?
4. В чем биологический смысл прикрепления рыб-прилипал к акулам и китообразным?
5. Что объединяет все биотические связи?
6. Оцените роль хищничества в природе. Что произойдёт в природе, если полностью уничтожить хищников?
7. Какие особенности строения и жизнедеятельности приобрели паразитические организмы?
8. Охарактеризуйте взаимоотношения между организмами одного вида, одной популяции. Каким образом проявляются симбиотические взаимоотношения организмов? Как они могли сформироваться?
9. Какие типы биотических связей наиболее благоприятны для жизнедеятельности и широкого расселения организмов на большие расстояния?

АДАПТАЦИИ

В процессе эволюции в результате естественного отбора и борьбы за существование возникают приспособления (адаптации) организмов к определенным условиям обитания. Сама эволюция является по существу непрерывным процессом образования адаптаций, происходящим по следующей схеме: интенсивность размножения → борьба за существование → избирательная гибель → естественный отбор → приспособленность.

Живая природа адаптивна. Адаптация может идти на различных уровнях организации организма: анатомическом, физиологическом, биохимическом, морфологическом.

Морфологические адаптации.

Морфологические адаптации связаны с изменением строения тела. Например, появление перепонок между пальцами ног у водоплавающих животных (амфибий, птиц и др.), густого шерстного покрова у северных млекопитающих, длинных ног и длинной шеи у болотных птиц, гибкого тела у норных хищников (например, у ласки) и т.п. У теплокровных животных при продвижении на север отмечается увеличение средних размеров тела (правило Бергмана), что уменьшает относительную поверхность и теплоотдачу. У придонных рыб формируется плоское тело (скаты, камбала и др.). У растений в северных широтах и высокогорных районах часты стелющиеся и подушковидные формы, меньше повреждаемые сильными ветрами и лучше согреваемые солнцем в припочвенном слое.

Физиологические адаптации.

Этот тип адаптаций связан с перестройкой обмена веществ у организмов. Например, появление теплокровности и терморегуляции у птиц и млекопитающих. В более простых случаях – это приспособление к определенным формам пищи, солевому составу среды, высоким или низким температурам, влажности или сухости почвы и воздуха и т.п.

Биохимические адаптации.

Тип адаптаций связан с образованием определенных веществ, облегчающих защиту от врагов или нападение на другие организмы. Сюда можно отнести яды змей, скорпионов, пауков и некоторых других животных, облегчающие им охоту; антибиотики грибов и бактерий, защищающие их от конкурентов; токсины растений, предохраняющие их от поедания; пахучие вещества клопов и некоторых других насекомых, отпугивающие врагов и т.п. Сюда же можно отнести образование ферментов, разрушающих ядохимикаты и лекарственные препараты, используемые человеком и приводящие к появлению устойчивых к этим веществам форм бактерий, грибов и других организмов. К биохимическим адаптациям относится и особая структура белков и липидов у термофильных (устойчивых к высоким температурам) и психрофильных (холодолюбивых), позволяющая организмам существовать в горячих источниках, вулканических почвах или в условиях вечной мерзлоты.

Поведенческие адаптации.

Данный тип адаптаций связан с изменением поведения в тех или

иных условиях. Например, забота о потомстве приводит к лучшему выживанию молодых животных и повышает устойчивость их популяций. В брачные периоды многие животные образуют отдельные семьи, а зимой объединяются в стаи, что облегчает их пропитание или защиту (волки, многие виды птиц).

Свойство видов адаптироваться к тому или иному диапазону факторов среды обозначается понятием *экологическая пластичность* (экологическая валентность) вида. Интенсивность экологического фактора, наиболее благоприятная для жизнедеятельности организма, называется *оптимумом*, а дающая наихудший эффект – *пессимумом*.

Практическая работа №20. Оптимальные значения факторов среды и экологическая валентность видов.

Цель работы: определение выживаемости жуков-вредителей при разной относительной влажности воздуха.

Оборудование: жуки амбарного долгоносика, малого мучного хрущака, хлебного точильщика, закрытые сосуды с относительной влажностью воздуха менее 20, 60 и 100%, сита, эксгаустеры, листы белой бумаги.

Ход работы: по 50 жуков каждого вида помещают совместно в сосуды с заданной относительной влажностью. Содержат без пищи. Опыт закладывают в три срока: за 40, 20 и 10 дней до занятия. Часть сосудов держат при комнатной температуре, часть – при 27-30^{0}С.

Оформление и анализ результатов: отсеивают и пересчитывают число живых и погибших жуков каждого вида, заполняют таблицу 24, высчитав средний процент выживших, для всех повторностей.

Таблица 24.

Выживание жуков разных видов при разной влажности воздуха

Вид	Относитель-ная влажность воздуха, %	Выжива-емость через 10 дней, %	Выжива-емость через 20 дней, %	Выжива-емость через 40 дней, %
Амбарный долгоносик				
Малый мучной хрущак				
Суринамский мукоед				

Заданную относительную влажность воздуха можно создать в эксикаторах или других закрытых сосудах, на дне которых налит раствор

КОН или $CaCl_2$ определенной концентрации (табл. 25, 26). Жуков поместите на подставку из туго натянутой материи или плотной сетки над жидкостью.

Таблица 25.

Относительная влажность воздуха над растениями КОН (по Н.И. Горышину, 1966)

КОН, г на 100 г воды	Плотность раствора, г/мл	Относительная влажность, %
0 (вода)	1,000	100
16,0	1,115	90
24,5	1,175	80
35,0	1,240	70
41,0	1,280	60
51,5	1,335	50
61,0	1,380	40
72,0	1,435	30
88,0	1,490	20
110,0	1,570	10

Таблица 26.

Относительная влажность воздуха над растениями $CaCl_2$

Раствор, г на 100 г воды кристаллогидрата CaCl2 6H2 O	Раствор, г на 100 г воды гранулированного CaCl2	Относительная влажность, %
23	17	90
35	25	80
45	40	70
60	52	60
70	65	50
100	77	40
—	87	30
—	100	20

Выводы: По результатам эксперимента определяют, какое влияние оказывает относительная влажность воздуха на выживаемость жуков-вредителей.

Контрольные вопросы:

1. Что такое экологическая валентность вида?
2. Меняется ли устойчивость разных видов в сухом воздухе при более низкой и при повышенной температуре?

3. Каковы возможности применения полученных сведений в борьбе с различными видами вредителей запасов?

4. Какой тип взаимодействия экологических факторов мы наблюдаем в данном опыте?

5. Какое значении фактора называют оптимальным?

Практическое занятие №21. Анатомические особенности строения растений в различных условиях жизни.

Цель работы: изучить особенности строения водных, полуводных, лесных, болотных, луговых растений.

Оборудование: наборы новых лезвий разных марок, пинцеты, препаровальные иглы, мягкие кисточки, предметные и покровные стекла, нарезанные полоски фильтровальной бумаги, микроскопы, фиксированные в 75%-ном растворе спирта листья и стебли растений, необходимых для занятий. Для изготовления срезов используют простую технику, знакомую студентам по ботаническому лабораторному практикуму.

Реактивы: флороглюцин (0,5-1% раствор в 50% растворе спирта), судан III, соляная кислота, глицерин.

Ход работы: рекомендуется употреблять острые, не использованные лезвия для безопасных бритв. Поскольку для разных растений подходят лезвия различных марок, их следует предварительно опробовать и подобрать при подготовке занятия. Объект (лист или стебель растения) держат вертикально, зажимая тремя пальцами левой руки, лезвие − горизонтально, в правой руке. Срез делают косым, скользящим движением, независимо от направления (слева направо или справа налево). Срез должен быть как можно более тонким, прозрачным, площадью в несколько квадратных миллиметров. Для приготовления среза со всей поверхности резать начинают с края объекта. Мягкие листья и мелкие объекты рекомендуется вставлять в расщеп из сердцевины черной бузины и делать через них срез вместе с объектом.

Рекомендуется сделать подряд несколько срезов разными участками лезвия. Снять срезы с лезвия мягкой кисточкой или препаровальной иглой, поместить в заранее приготовленную каплю воды на предметное стекло, проверить их качество при слабом увеличении микроскопа. На срезы, находящиеся в капле воды на предметном стекле, капнуть раствором флороглюцина. Через 1,5-2 мин оттянуть реактив фильтровальной бумагой, добавить 1-2 капли дымящей соляной кислоты. После покраснения одревесневших оболочек снова оттянуть фильтровальной бумагой реактив и нанести на срез 1-2 капли глицерина, накрыть покровным стеклом и изучить под микроскопом. Проводить реакцию на столике микроскопа нельзя во избежание его порчи парами соляной кислоты. Один из срезов поместить в каплю раствора судана III для окрашивания кутикулы.

Задание. Сравнение анатомических особенностей растений из разных мест обитания

Материал: рдест курчавый − *Potamogeton crispus* L. (подводный стебель и листья), клевер луговой − *Trifolium pratense* L., пушица влагалищная − *Triphorum vaginatum*, багульник болотный − *Leclum palustre*, рогоз − *Typhalatiboeia* L., майник двулистный − *Maionhtemum bifolium* L.

Ход работы: готовят поперечные срезы частей растений. Для рдеста выбирают участки в центральной части листа. Для занятия можно использовать также набор готовых препаратов. Последовательно рассматривают поперечные срезы, обращая внимание на степень развития указанных ниже признаков.

Оформление и анализ результатов: по результатам наблюдения за срезами разных растений заполняют таблицу 27.

Таблица 27.

Анатомические особенности разных растений

Характеристика растений	Рдест	Багульник болотный	Клевер	Пушица	Рогоз	Майник
Толщина эпидермиса с кутикулой						
Палисадная ткань (число слоев, величина и форма клеток)						
Губчатая паренхима (степень развития)						
Аэренхима						
Положение устьиц						
Наличие волосков на поверхности листа						
Условия обитания растения						
Морфоэкологическая группа растений						

Выводы: по окончании эксперимента формируют общий вывод о анатомических особенностях растений из разных мест обитания.

Контрольные вопросы:

1. Каковы особенности анатомического строения водных и полуводных растений?
2. Назовите признаки ксероморфности растений болот.
3. С чем связано наличие ксероморфных признаков строения у болотных растений?
4. Какое экологическое значение имеет количество, размеры и

положение устьиц у растений различных мест обитания?

5. В чем особенности строения лесных растений?

ПОПУЛЯЦИИ

Популяция – группа особей одного вида, занимающая определенное пространство и функционирующая как часть биотического сообщества. Биотическое сообщество в свою очередь определяется как совокупность популяций, которая в результате коэволюции метаболических превращений функционирует как целостная единица в отведенном ему пространстве физической среди обитания.

Популяция характеризуется рядом признаков; хотя эти признаки лучше всего выражаются статистическими функциями, единственным их носителем является группа, но не особи в этой группе. Плотность, рождаемость, смертность, возрастная структура, биотический потенциал, распределение в пространстве (дисперсия) и кривая роста – вот некоторые из таких свойств популяции. Популяции обладают также генетическими характеристиками, непосредственно связанными с их экологией. Это адаптивность, репродуктивная (дарвиновская) приспособленность и непрерывность (т.е. вероятность оставления потомков на протяжении длительного периода времени).

Популяция обладает «биологическими свойствами», присущими как популяции, так и составляющим ее организмам, и «групповыми свойствами», присущими только группе в целом. Биологические свойства характеризуют жизненный цикл популяции; популяция, так же как и отдельный организм, растет, дифференцируется и поддерживает сама себя. Популяция имеет определенную организацию и структуру, которые можно описать. В отличие от этих групповых свойств, такие, как рождаемость, смертность, возрастная структура и генетическая приспособленность, могут характеризовать только популяцию в целом. Таким образом, особь рождается, стареет, умирает, но применительно к особи нельзя говорить о рождаемости, смертности, возрастной структуре – характеристиках, имеющих смысл только па групповом уровне.

Возрастная структура популяции является ее важной характеристикой, которая, влияет как на рождаемость, так и на смертность. Соотношение разных возрастных групп в популяции определяет ее способность к размножению в данный момент и показывает, чего можно ожидать в будущем. Обычно в быстро растущих популяциях значительную долю составляют молодые особи, в популяции, находящейся в стационарном состоянии, возрастное распределение более равномерно, а в популяции, численность которой снижается, будет содержаться большая доля старых особей. Возрастная структура популяции может изменяться и без изменения ее численности. По имеющимся данным, для каждой

популяции характерно «нормальное», или стабильное, возрастное распределение, к которому направлены изменения реальных распределений; теоретически это впервые предсказал Лотка. Коль скоро достигается стабильное возрастное распределение, временные отклонения от него могут быть вызваны лишь необычайными увеличениями рождаемости или смертности, после чего происходить спонтанный возврат к стабильной ситуации.

Пространственная структура популяций, т.е. распределение особей в популяции. Распределение может быть:

– случайным;

– равномерным (более регулярным, чем при случайном распределении);

– групповым (нерегулярным и неслучайным).

Случайное распределение наблюдается тогда, когда среда очень однородна, а организмы не стремятся объединиться в группы. Равномерное распределение встречается там, где между особями очень сильна конкуренция или существует антагонизм, способствующий равномерному распределению в пространстве. Чаще всего наблюдается образование различного рода скоплений. Однако если особи в популяции обладают тенденцией образовывать группы определенной величины (например, пары у животных или вегетативные клоны у растений), то распределение самих групп может оказаться более близким к случайному или даже равномерному. Выяснение типа распределения важно при выборе метода взятия проб.

При малой выборке из популяции с групповым распределением будут получены либо слишком низкие, либо слишком высокие величины плотности в пересчете на всю популяцию. Таким образом, при изучении популяций с групповым распределением необходимо более тщательное планирование эксперимента, а число выборок должно быть большим, чем в случае, если распределение не групповое.

Случайному распределению соответствует нормальная, или колоколообразная, кривая, на которой основаны стандартные статистические методы. Распределение такого типа можно ожидать в природе в тех случаях, когда на популяцию одновременно воздействуют многочисленные, но слабые факторы.

Если же, как это обычно бывает, преобладает лишь несколько основных факторов (вспомните принцип лимитирующих факторов) или если у растений и животных наблюдается сильная тенденция к образованию скоплений для (или вследствие) размножения и других целей, то вряд ли следует ожидать полностью случайного распределения. Однако встречаемые иногда в природе неслучайные или «контактные распределения можно рассматривать как результат случайного распреде-

ления групп, содержащих разное число особей, или же группы могут быть распре делены равномерно (или по крайней мере не совсем случайно).

Характер увеличения численности популяции может быть различным, и, в связи с этим выделяют различные ***типы роста популяции***.

По форме кривых роста, построенных в арифметическом масштабе, можно выделить два основных типа: рост, описываемый J-образной и S-образной, или сигмоидной, кривой. Эти противоположные типы в соответствии с особенностями разных организмов и условий среды могут усложняться, модифицироваться или сочетаться различным образом.

В природных популяциях в непродолжительные периоды времени, когда пища имеется в изобилии, отсутствуют скученность, враги и т.д., нередко проявляется экспоненциальный характер роста. В таких условиях популяция в целом растет с огромной скоростью, хотя при этом каждый организм размножается с той же скоростью, что и раньше, а удельная скорость роста постоянна. «Цветение» планктона, упомянутое в предыдущих главах, вспышки численности вредителей, рост бактерий на свежей культуральной среде – служат примерами ситуаций, в которых рост может быть логарифмическим. Подобный характер изменений отмечается и для многих других явлений, например поглощения света, мономолекулярных химических реакций, роста сложных процентов. Очевидно, что экспоненциальный рост не может продолжаться очень долго, а часто и вовсе не реализуется. Взаимодействия с другими популяциями, а также сопротивление внешней среды быстро снижают скорость роста и различным образом влияют на характер роста популяции.

Особенности размножения сильно влияют на рост популяции и другие ее характеристики. Естественный отбор может воздействовать на разные типы изменений жизненного цикла, что приводит к появлению адаптивных свойств. Так, давление отбора может изменить сроки начала размножения, не затрагивая общее число производимых потомков, или же отбор может влиять на продукцию, или «величину выводка», не меняя сроков размножения. Эти и многие другие аспекты динамики популяции можно выявить при анализе таблиц выживания.

При сигмоидной кривой типе роста популяция вначале увеличивается медленно (фаза положительного ускорения или становления), затем быстрее (возможно, приближаясь к логарифмической фазе), но вскоре под влиянием сопротивления среды (возрастающем в процентном отношении) рост постепенно замедляется (фаза отрицательного ускорения); в конце концов, будет достигнуто равновесие, которое и сохраняется.

Плотность популяции регулируется четырьмя параметрами:

рождаемостью - числом особей, родившихся за определенный промежуток времени. Этот промежуток устанавливается в соответствующем масштабе биологического времени. Для бактерий он может быть равен одному часу, для планктонных водорослей – суткам, для насекомых – неделе или месяцу, для крупных млекопитающих (включая человека) - году.

смертностью – числом особей, умерших за ту же единицу времени (неважно, своей смертью или погибших, например съеденных);

скоростью иммиграции особей – числом особей, появившихся в данной популяции из других популяций (за ту же единицу времени);

скоростью эмиграции особей – числом особей, покинувших данную популяцию за единицу времени.

Если пренебречь показателями иммиграции и эмиграции особей (их, как отмечалось, почти нет у растений), то можно оценить *мгновенную скорость роста популяции,* т.е. баланс между рождаемостью и численностью за единицу времени. У стабильных популяций мгновенная скорость роста равна нулю, у растущих - является положительным числом, у разрушающихся – отрицательным. Впрочем, даже у стабильных популяций продолжаются процессы циклических изменений численности

Регуляция численности на уровне ниже насыщающего осуществляется метеорологическими условиями и независимыми от плотности паразитизмом и хищничеством на нимфах этого насекомого, а также зависимым от плотности хищничеством птиц на взрослых особях. Иногда стабилизирующие процессы ослабевают; обычно это происходит под влиянием необычайно низких температур, вызывающих снижение относительной численности паразитирующих организмов, в результате чего плотность увеличивается выше контролируемого уровня (т. е. «ускользает» от контроля). Тогда происходит стремительный рост по J-образной кривой вследствие того, что 1) паразитизм на нимфах становится неэффективным из-за быстрого увеличения сверхпаразитов (паразитов, которые паразитируют на паразитах листоблошки) и 2) численность насекомоядных птиц растет медленнее, чем численность насекомых (вспомните значительные различия рождаемости у насекомых и птиц). Неограниченный какое-то время рост прекращается тогда, когда нимфы выедают всю пищу, а взрослые особи не находят более мест, пригодных для откладки яиц. Затем, когда деревья остаются без листьев, а популяции хищников (птиц и муравьев) и паразитов возрастают, происходит резкий спад численности листоблошек. Если их численность опускается ниже среднего уровня, то популяция опять попадает в зону действия механизмов регуляции, и ее численность в течение ряда лет, вероятно, будет небольшой.

Практическая работа №22. Изучение численности популяций дочернего поколения дрозофил в среде с ограниченным количеством ресурсов.

Цель работы: изучение изменения численности дочерних популяций плодовых мух в зависимости от исходной численности родительских популяций.

Оборудование: пробирки с дрозофилами, серный эфир для наркотизации мух, кисточки, пинцеты разные, аналитические весы, вата, листы белой бумаги, кожура бананов, специально приготовленная питательная среда.

Ход работы: готовят необходимое число особей дрозофил (около 100). Культуру дрозофил можно получить из генетических лабораторий или размножить самим, если имеются бананы, виноград или иные фрукты из южных районов, на поверхности которых часто бывают отложены яйца дрозофил.

Визуально определяют половые различия особей. Самцы отличаются меньшими размерами и округлым темноокрашенным концом брюшка. Самки крупнее, конец их брюшка заострен.

I. Подготовка эксперимента.

Для этого в пробирки с одинаковым объемом пищевых ресурсов помещают разное количество родительских пар (1; 5; 10; 20 пар мух).

Подготовленные пробирки помещают в теплое место (температура около 25^0C) на две недели.

Проводят подсчет численности мух. Для подсчета мух их наркотизируют (усыпляют) серным эфиром, перетряхивая в пустую пробирку, и закрывают ее ваткой, смоченной эфиром. Капли эфира не должны попасть в среду или пустую пробирку. Через 3-5 мин дрозофилы засыпают, и их можно считать и разбирать кисточкой или пинцетом на листе белой бумаги.

II. Приготовление питательной среды:

Для приготовления 1 л питательной среды необходимо: агар-агара 10 г, дрожжей пекарских 100 г (10 г сухих), сахарного песка 30 г, манной крупы 30 г, воды 1 л.

Смесь агар-агара и дрожжей кипятят 40 мин, затем добавляют сахар и манную крупу и кипятят еще 20 мин. Питательную среду тщательно перемешивают и разливают в пробирки по 5 мл в каждую (метки лучше нанести заранее), хранят в холодильнике (не допуская замораживания).

IV. Закладка опыта.

Перед постановкой опыта поверхность питательной среды в пробирках смазывают густой массой живых дрожжей, которыми питаются взрослые особи. Личинки дрозофил питаются подготовленной питательной средой с богатым содержанием белков.

На аналитических весах взвешивают по 10 мух – по 5 самцов и 5 самок из пробирок с разной плотностью и рассчитывают среднюю массу одной особи.

Оформление и анализ результатов: на основании полученных данных строят кривые зависимости:

а) численности дочерней популяции;

б) средней массы особи;

в) среднего числа потомков на 1 самку от исходного числа родительских пар.

Выводы: по результатам эксперимента делают выводы опираясь на следующие вопросы:

1. Чем объясняются различия в числе мух дочернего поколения в разных вариантах опыта?
2. Какую плотность популяции следует считать оптимальной для дальнейшего размножения?
3. Существует ли связь между плотностью родительской популяции и жизнеспособностью следующего поколения?
4. Какая общебиологическая закономерность проявилась в данном эксперименте?

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение популяции.
2. Какие существуют кривые роста популяций?
3. Каковы основные закономерности роста популяций?
5. Каковы популяционные параметры основных лесообразующих пород различных бонитетов?

ЭКОСИСТЕМЫ. СООБЩЕСТВА

При узком (традиционном) понимании к экосистемам относятся только такие совокупности организмов и условий среды, в которых имеется режим саморегуляции: естественные леса, озера, массивы болот, моря и т.д. Если эти экосистемы нарушить (разумеется, до определенного предела), то они восстановят себя, если не в прежнем составе, то во всяком случае в близком к прежнему. Узкий объем понятия экосистемы первичен и уходит корнями в представления А. Тенсли.

При широком понимании (Одум, 1986) к экосистемам относятся любые совокупности взаимодействующих организмов и условий среды их обитания вне зависимости от того, имеется в них механизм саморегуляции или нет. В этом случае как экосистема может быть рассмотрен город, сельскохозяйственная ферма, лесопосадка, кабина космического корабля и т.д. В учебнике принято широкое понимание экосистемы, как более удобное.

Экосистема не имеет территориального ранга. К числу экосистем могут быть отнесены: муравейник, овраг, озеро, горный хребет, Тихий

океан, евроазиатский материк, биосфера. Возможно построение иерархии экосистем: внутри крупной экосистемы могут быть выделены экосистемы более низких рангов. К примеру, в черте городской экосистемы выделяются экосистемы селитебной территории, лесопарка, крупных предприятий.

Следует специально остановиться на соотношении понятий «экосистема», «биогеоценоз» и «ландшафт», которые имеют «параллельное хождение» в науке и их объем перекрывается. Понятие «биогеоценоз» в 1942 г. было предложено В.Н. Сукачевым первоначально в противовес понятию «экосистема», которое в соответствии с менталитетом науки этого времени считалось буржуазным. Однако со временем стало очевидно, что понятие «биогеоценоз» не может заменить понятие «экосистема». Если «экосистема» – понятие безранговое, то «биогеоценоз» имеет определенный ранг: это однородный участок наземной (но не водной!) экосистемы, границы которого проведены по границам фитоценоза, выступающего в роли маркера этой единицы.

Географический ландшафт также соответствует экосистеме определенного ранга – достаточно крупному однородному географическому единству (с одним типом рельефа и климата, закономерным сочетанием почв и растительности), в пределах которого выделяются более дробные экосистемные единицы – урочища («подландшафты») и фации (соответствуют биогеоценозам). Определенным рангом экосистемы является и широко используемое в отечественной географии понятие «природно-территориальный комплекс» (ПТК).

Несмотря на то, что в составе экосистемы могут быть тысячи видов, по функциональной роли эти виды можно объединить в ограниченное число функциональных типов - продуцентов, консументов и редуцентов, которые различал еще А. Лавуазье (без использования этих терминов). Эти типы хрестоматийны, и потому ограничимся их краткой характеристикой.

Продуценты – это автотрофы, т.е. организмы, синтезирующие органические вещества из неорганического углерода.

Продуценты-фотоавтотрофы – растения. Кроме того, в океане важную роль также играют цианобактерии. Фотоавтотрофы осуществляют фотосинтез из углекислого газа и воды с выделением кислорода, используя солнечную энергию. В состав этой разнообразной группы организмов входят гиганты, подобные секвойе и эвкалипту, и микроскопические планктонные водоросли, являющиеся основными продуцентами водных экосистем. Цианобактерии, кроме того, способны фиксировать атмосферный азот.

Продуценты-хемоавтотрофы – серобактерии, метанобактерии, железобактерии, бактерии-нитрификаторы и др.- для синтеза органических веществ используют химическую энергию окисления неорганических соединений. Эти организмы являются продуцентами экосистем в гидротермальных оазисах рифтовых зон океана и в экосистемах подземных

вод на глубине до 3–5 км, где играют важную роль в биогеохимическом преобразовании земной коры. К этой же группе относятся почвенные бактерии-нитрификаторы, которые окисляют аммоний и нитриты.

Консументы – это организмы, которые используют готовое органическое вещество в живом или мертвом состоянии. Этот блок включает следующие функциональные группы:

Фитофаги – растительноядные организмы. Эта разнообразная группа в наземных экосистемах включает самые разные таксоны - от насекомых (например, термитов, которые являются основными фитофагами в тропических лесах) до крупных млекопитающих, подобных лосю, жирафу и слону. В водных экосистемах основными фитофагами являются мелкие организмы зоопланктона (так называемый растительноядный планктон).

Зоофаги – хищники. Как и фитофаги, зоофаги варьируют от крупных (лев, волк) до микроскопических (рачки зоопланктона). Хищники разделяются на типичных хищников, которые убивают жертву (например, волк или сокол), и хищников с пастбищным типом питания, которые, не убивая жертву, используют ее длительное время (например, оводы, слепни).

Паразиты – организмы, длительное время живущие внутри или на теле другого организма – хозяина и питающиеся за его счет.

Симбиотрофы – микроорганизмы (грибы, бактерии, одноклеточные простейшие), которые связаны отношениями взаимовыгодного сотрудничества с растениями или животными (грибы микоризы, клубеньковые бактерии бобовых, бактерии и простейшие (амебы) пищеварительного тракта млекопитающих, включая человека). Они питаются прижизненны - ми выделениями организмов (у растений) или участвуют в пищеварении (у животных).

Детритофаги – это животные, питающиеся детритом (мертвыми тканями растений и животных или экскрементами).

Редуценты (деструкторы) – это бактерии и грибы, которые в ходе жизнедеятельности превращают органические остатки в неорганические вещества, обеспечивая возвращение содержащихся в них элементов в почвенный раствор или воду (в водных экосистемах), откуда они повторно потребляются растениями. Благодаря редуцентам в атмосферу возвращается большая часть углекислого газа, потребленного в процессе фотосинтеза, а также образуется метан при анаэробном разложении органического вещества в условиях повышенной влажности. Разделение организмов, питающихся мертвым органическим веществом (сапротрофов), на детритофагов и редуцентов условно. Так, до 40% бактерий водных экосистем, образующих бактериальный планктон, поедается в живом состоянии, т.е. являются не редуцентами, а детритофагами. Они не поставляют ресурсы для растений, а сами являются пищевым ресурсом для консументов следующего трофического уровня (т.е. с них начинаются детритные пищевые цепи). Животные-детритофаги, размельчая органические

остатки, облегчают «работу» редуцентов и тем самым участвуют в процессе разложения органического вещества. Наконец, любой детритофаг является еще и «хищником», поскольку, по словам М. Бигона, "питается сухим печеньем, намазанным арахисовым маслом» (потребляет мертвое органическое вещество вместе с поселившимися на нем живыми бактериями).

Динамика экосистем.

Циклические и направленные изменения в экосистемах. Экологические сукцессии. Их причины и механизмы. Отличия экзогенных смен и экологических сукцессий. Масштабы сукцессионных процессов. Сериальные и климаксовые сообщества в сукцессионных рядах. Вещественно-энергетические характеристики сообществ на разных стадиях сукцессии. Видовое разнообразие и структура сообществ в сериальных и климаксовых экосистемах. Проблема устойчивости и продуктивности экосистем в связи с антропогенным прессом.

Экосистемы постоянно меняются, причем в разных «биологическом времени» и «биологическом пространстве». При этом одновременно под влиянием самых разных причин в любой точке экосистемы происходят изменения, накладывающиеся друг на друга. Ситуация напоминает траекторию движения молекулы в колбе лабораторной мешалки, в которой разбалтывается смесь почвы и воды. Молекула совершает броуновское движение, вместе с колбой - колебательное, «встряхивательное» в мешалке, движется вместе с планетой при ее вращении вокруг своей оси и совершает полет вокруг солнца, путешествуя в галактике вместе с солнечной системой, и т.д. Кроме того, в этот сложный тренд изменения положения молекулы могут встраиваться ее движения в связи с подъемами и опусканиями уровня суши, местными колебаниями поверхности почвы вследствие прохождения тяжелой техники и т. д.

По этой причине, чтобы разобраться в общих закономерностях динамики экосистем, необходимо расчленить все компоненты изменений под влиянием разных факторов и рассмотреть их порознь в разных «биологическом пространстве» и «биологическом времени».

Следует сделать одно важное предварительное замечание. Мы уже отмечали, что полностью пересчитать все виды, входящие в состав экосистемы, при реальных затратах времени не удается. Именно поэтому экологи понимают экосистемы как явления в первую очередь функциональные, оценивают их продуктивность, круговороты веществ, закономерности перехода энергии по пищевым цепям и т.д. По этой же причине никто никогда не пытался изучить динамику экосистем с учетом всех входящих в их состав видов. Чаще всего о динамике наземных экосистем судят по изменению состояния ее автотрофного блока - совокупности растительных сообществ (или одного растительного сообщества), априори

полагая, что эти изменения индицируют и перестройку всей гетеротрофной биоты экосистемы в соответствии с принципом «разнообразие порождает разнообразие». Связь гетеротрофной биоты с растениями при этом может быть прямой – они питаются этими растениями, и косвенной - состав растительного сообщества отражает состояние условий среды, которые влияют на состав консументов и редуцентов (влажность почвы, содержание в воде кислорода, реакция среды и т.д.).

Динамика экосистем обычно изучается по такой схеме:

а) выявление динамики растительных сообществ с выделением стадий этой динамики как некой «канвы» для изучения изменения гетеротрофных компонентов экосистемы;

б) изучение динамики гетеротрофной биоты. При этом исследуется динамика либо наиболее важных видов (редких или ресурсных с целью их охраны или рационального использования), либо крупных таксономических групп – птиц, рыб, млекопитающих, отдельных групп насекомых.

Динамика растительных сообществ – это один из наиболее развитых разделов современной науки о растительности. Именно поэтому, рассматривая динамику экосистем, мы в значительной мере будем опираться на теоретические разработки этой науки.

Все изменения можно разделить на два больших класса, впрочем, тоже связанных плавным переходом: циклическая динамика и векторизованные (направленные) изменения.

Циклические изменения – это изменения состава, структуры и функций экосистемы вокруг некоторой средней величины, соответствующей состоянию экологического равновесия. При экологическом равновесии в экосистеме: состав видов сохраняется постоянным (хотя часть из них периодически находится в покоящемся состоянии или отсутствует в результате миграции); продукция автотрофов полностью перерабатывается гетеротрофами (суммарная продукция биоценоза равна его суммарному дыханию), хотя часть ее может временно переходить в детрит; круговороты веществ замкнуты: сколько какого-то элемента израсходовано организмами, столько и возвращено обратно.

Если какое-то количество веществ покинуло экосистему (при «фоновой» эрозии почв, внутрипочвенном стоке, за счет денитрификации, испарения и т.д.), то оно компенсируется поступлением веществ в экосистему извне (идет процесс выщелачивания материнских пород, биологическая фиксация азота, выпадают осадки и т.д.).

Направленные (векторизованные) *изменения* - это изменения состава и функциональных параметров экосистемы. По своей природе они могут быть подразделены на три основных типа.

Нарушения – резкие изменения состава и функции экосистемы под влиянием внешнего фактора - при землетрясении, селевом потоке, пожаре, наводнении, распашке, вырубке леса, разливе нефти и т.д. Различные

нарушения охватывают разное биологическое пространство: от нескольких квадратных метров (разлив небольшого количества нефти, вырубание одного или нескольких деревьев) до десятков квадратных километров (крупные пожары).

В зависимости от фактора, вызвавшего нарушение, и особенностей (устойчивости) экосистемы результат может быть разным, причем настолько, что трудно делать какие-либо обобщения о реакции экосистем на нарушения.

Автогенные сукцессии – постепенные изменения экосистемы под влиянием жизнедеятельности ее биоты, при которых меняются состав видов и функциональные параметры экосистемы в направлении формирования равновесного с климатом устойчивого состояния - климакса. В зависимости от того, возрастают или убывают в ходе сукцессии биологическая продукция, запас биомассы, видовое богатство, они подразделяются на *прогрессивные* и *регрессивные.*

Аллогенные сукцессии – изменения экосистем под влиянием внешнего по отношению к ним фактора. Эти сукцессии продолжаются до тех пор, пока действует внешний фактор. Как только его действие прекратится, начнется вторичная восстановительная сукцессия.

Эволюция экосистем. Эти изменения также постепенны, как и сукцессии, но отличаются результатом – возникают новые ансамбли видов, которых в природе еще не было. Такие изменения экосистем могут быть природными и антропогенными. Природная эволюция протекает в геологическом масштабе времени. В настоящее время она почти полностью подавлена *антропогенной эволюцией* экосистем.

Ф. Клементе считал, что все сукцессии развития экосистем в направлении климакса подчиняются одной модели: улучшаются условия для жизни биоты, а потому возрастают биологическая продукция и видовое богатство экосистемы. Современные экологи различают не менее трех моделей сукцессий:

- *модель благоприятствования,* соответствующая представлениям о сукцессии Клементса: продуктивность и видовое богатство в ходе сукцессии, возрастают вплоть до стадии климакса. Классический пример такой сукцессии - зарастание скал, где последовательно сменяют друг друга стадии цианобактерий и водорослей, накипных лишайников, кустистых лишайников и мхов, трав, кустарников и деревьев;
- *модель толерантности,* при которой условия ухудшаются, пример – превращение низинного болота в верховое. В ходе этой сукциссии происходит ухудшение условий минерального питания, поэтому снижаются продуктивность и видовое богатство. Ухудшаются условия для жизни биоты при восстановительной сукцессии на богатых субстратах: первым растениям-поселенцам достается больше ресурсов минерального питания и света, чем

вторым и третьим, которые должны обеспечивать себя ресурсами в условиях возрастающей конкуренции;

- *модель ингибированш,* при которой появляется «ключевой» вид (или гильдия ключевых видов), блокирующей дальнейшие изменения. В результате происходит остановка сукцессии и она не доходит до стадии климакса. Например, на лесных гарях в Шотландии кукушкин лен блокирует поселение деревьев, в пустынях Средней Азии поселению кустарников и саксаула препятствует корка, которую образуют цианобактерии, водоросли и некоторые мхи. Восстановление прерии в Северной Америке блокируется разрастанием заносных европейских злаков-однолетников, в первую очередь Костром кровельным. В ходе сукцессии может происходить смена модели благоприятствования моделью толерантности: на первых стадиях условия улучшаются, а по мере приближения к климаксу – ухудшаются.

Экологическая ниша.

Экологическая ниша - это совокупность экологических факторов – абиотических и биотических (включая ритмику их изменения) – необходимых для существования популяции в экосистеме. Корни понятия «экологическая ниша» теряются в работах зоологов начала XX столетия. Первым его использовал Дж. Гринел (1914), который понимал под нишей пространство, занимаемое видом в экосистеме (хотя термин «экосистема» в то время еще не был предложен). Спустя 13 лет Ч. Элтон (1927) использовал понятие «экологическая ниша» для обозначения способа питания вида, т.е. его места в пищевых цепях.

Однако наиболее полное представление о нише связано с именем Дж. Хатчинсона (1957), который рассматривал как экологическую нишу всю сумму связей вида с абиотическими и биотическими факторами. По Ю. Одуму (1986), экологическая ниша – это «профессия вида в экосистеме» (т.е. из какого сырья он производит органическое вещество, где он работает, каков его рабочий график и кто принимает его продукцию для дальнейшей переработки).

Поскольку число факторов, определяющих нишу, велико, Хатчинсон предложил «n-мерную модель». В этой модели каждому фактору среды соответствует одна ось абстрактного гиперпространства, т.е. пространства с числом осей больше трех (как в физическом пространстве). И в этом гиперпространстве каждый вид, представленный популяцией, занимает определенный гиперобъем. Гиперобъемы ниш разных видов перекрываются, но не совпадают. Общее число осей гиперпространства ниш определить трудно, и потому в практической деятельности экологи оценивают экологическую нишу по 1-3 осям-факторам, наиболее важным для данного вида. Обычно в качестве таких осей используются ведущие (лимитирующие) экологические факторы.

В литературе описаны десятки примеров разделения (дифференциации) экологических ниш популяциями разных видов по одному из факторов среды. Так, к примеру, два вида морских желудей *(Chthamalus stellatus* и *Balanus balanoides)* у побережья Шотландии по разному распределены на литорали: первый вид обитает в ее нижней части при более длительном затоплении, а второй - в верхней при более кратковременном затоплении. Ведущей осью разделения экологических ниш является продолжительность затопления. Гиперобъем ниш, разумеется, включает и другие факторы, но для объяснения различий распространения видов оказалось достаточным изучить разделение ниш всего по одной оси – ведущего фактора.

Для понимания значения разделения экологических ниш в организации сообществ и экосистем большую роль сыграли эксперименты с инфузориями русского эколога Ф. Гаузе в 30-х годах XX в. Гаузе сформулировал принцип, получивший впоследствии его имя: «Два вида не могут сосуществовать, если они занимают одну экологическую нишу». (Один из них должен погибнуть либо уйти в другую экологическую нишу). Принцип Гаузе («конкурентное исключение») в природе действует редко. Поскольку число особей у экологической ниши достаточно велико, то сосуществование видов может быть связано с различиями отношений к одному из второстепенных факторов. Сосуществованию видов способствуют флюктуирующие ресурсы, третий вид, который сдерживает рост конкурирующих популяций, и мозаичность местообитания. Во многих случаях одну и ту же нишу поочередно могут занимать несколько видов вследствие «лотереи». Нишу захватывает тот вид, который придет первым. После его гибели эту нишу может занять другой претендент, потом третий и т.д. В фитоценологии такую ситуацию описывает «модель карусели».

Практическая работа №23. Изучение видового разнообразия и цепей питания в искусственной экосистеме.

В аквариумах обычно выращивают такие растения, как уруть, водокрас, водяной мох. Из животных чаще всего встречаются прудовики, катушки, шаровки, аквариумные рыбки (гуппи, меченосцы и т.д.). Из микроскопических ракообразных − дафнии, водяные ослики. Из простейших − инфузории, амебы, коловратки, сувойки. Все эти живые организмы связаны друг с другом трофическими связями.

Цель работы: выявить цепи питания в аквариуме, показать роль человека в поддержании равновесия в искусственной экосистеме.

Оборудование: микроскопы, пипетки, предметные и покровные стекла, вата, марлевые салфетки, аквариум с его живыми обитателями.

Ход работы: рассматривают каплю воды из аквариума под микроскопом, предварительно расположив в капле несколько нитей ваты для затруднения движения простейших и ракообразных. Определяют микроскопические организмы, обитающие в аквариуме. Далее определяют

водные растения, представителей позвоночных (моллюски, ракообразные и т.д.) и аквариумных рыбок, обитающих в аквариуме.

Оформление и анализ результатов: по окончании всех наблюдений заполняют таблицу 28:

Таблица 28.

Видовой состав обитателей аквариума

Растения		Животные			
Водоросли	Покрыто-семенные	Простейшие	Моллюски	Ракообразные	Рыбы

По имеющемуся видовому разнообразию обитателей аквариума составляют все возможные пищевые цепи в аквариумной экосистеме.

Выводы: по окончании эксперимента формируют общий вывод о видовом разнообразии и цепях питания в искусственной экосистеме.

Контрольные вопросы:

1. Постройте пищевую сеть для этой искусственной экосистемы.
2. Какую роль выполняет человек в искусственной экосистеме?
3. Сравните аквариум с естественным водоемом. Что общего, и какие различия у этих экосистем?
4. Что понимается под биоразнообразием?
5. Приведите примеры видового разнообразия в разных сообществах.
6. Почему видовое разнообразие является основой биологического разнообразия в живой природе?
7. Что такое экотон и каковы причины краевого эффекта?
8. Какие существуют показатели оценки биоразнообразия биологических сообществ?
9. Как определяется биоразнообразие в пространственной структуре биоценоза?
10. Что такое экологическая ниша? Приведите примеры.
11. В чем причина конкурентной борьбы за экологическую нишу и суть принципа Гаузе?
12. Почему дифференциация ниш ведет к снижению конкуренции?
13. В чем состоят отрицательные взаимодействия между видами?
14. В чем состоят положительные взаимодействия между видами?

ПРИЛОЖЕНИЕ

Методика проращивания и определения всхожести семян

Для успешного проведения практических работ 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:

$$В= (а/в) *100\%,$$

где В - всхожесть семян, %,

а – число проросших семян,

в – общее число семян в чашке Петри.

Подготовка водорослей

В лабораторных экспериментах в строго контролируемых условиях для биотестирования, как правило, применяют чистые, т.е. одновидовые, без примеси других видов, культуры водорослей. При альготестировании накопительную культуру получают в жидких средах следующим образом: в коническую колбу объемом 50-100 $см^3$ наливают 25-30 мл питательной среды и вносят небольшое количество музейного материала. Посуда и питательная среда при этом должны быть стерильными, а вся процедура проводится с соблюдением стерильности. Для стерилизации среды рекомендуется раствор каждой соли стерилизовать отдельно, иначе среда дает осадок. Стерилизация проводится в сушильном шкафу в течении 3 часов при температуре 100^0С. В готовую охлажденную питательную среду вносят небольшое количество музейного материала. Колба с накопительной культурой помещается на освещенное место. Можно использовать естественное освещение (при этом следует избегать попадания прямых солнечных лучей) и искусственное освещение (лампы дневного света или накаливания). Время инкубации зависит от состояния музейной культуры, условий температуры и освещения, количества внесенного материала (чем больше внесено водорослей, тем они быстрее адаптируются к новым условиям и лучше растут), состава питательной среды и т.д. Накопительную культуру доводят до необходимой плотности. Оптимальная плотность составляет 10^4-10^5 кл/мл среды. После этого культуру можно подготовить к посеву. При помощи центрифуги осаждают водоросли (при скорости 3000 оборотов в минуту в течении 2 минут). Затем среду сливают и промывают осажденные водоросли дистиллированной водой и снова осаждают. Эту процедуру проводят 2 раза. Таким образом, мы исключаем попадание в анализируемую пробу продуктов метаболизма водорослей и питательной среды.

Приготовление питательных сред

Среда Чапека

Среду Чапека (г/л, применяется в разведениях в дистиллированной воде) используют для выращивания грибов и бактерий: KCl – 0,5; $MgSO_4$ – 0,5; K_2HPO_4 – 1; $FeSO_4$ – 0,01; $NaNO_3$ – 2; $CaCO_3$ – 3; глюкоза или сахароза – 20; агар – 20.

Среда Кнопа

Среда Кнопа (г/л, применяется в разведениях ½, ¼, 1/10): $Ca(NO_3)_2$ – 0,25 $MgSO_4 \times 7H_2O$ – 0,06 KH_2PO_4 – 0,06 KCl – 0,08 Fe_2Cl_6 – одна капля 1% раствора.

Среда Болда

Компонент	Маточный раствор (г/л дистиллированной воды)	Используемое количество (мл)	Концентрация в конечной среде (моль)
Макроэлементы			
$NaNO_3$	25	10	$2{,}94\times10^{-3}$
$CaCl_2\times2H_2O$	2,5	10	$1{,}70\times10^{-4}$
$MgSO_4\times7H_2O$	7,5	10	$3{,}04\times10^{-4}$
K_2HPO_4	7,5	10	$4{,}31\times10^{-4}$
KH_2PO_4	17,5	10	$1{,}29\times10^{-4}$
NaCl	2,5	10	$4{,}28\times10^{-4}$
Щелочной раствор ЭДТА		1	
ЭДТА	50		$1{,}71\times10^{-4}$
KOH	31		$5{,}53\times10^{-4}$
Кислый раствор железа		1	
$FeSO_4$	4,98		$1{,}79\times10^{-5}$
H_2SO_4		1	
Раствор Бора		1	
H_3BO_3	11,42		$1{,}85\times10^{-4}$
Раствор микроэлементов		1	
$ZnSO_4\times7H_2O$	8,82		$3{,}07\times10^{-5}$
$MnCl_2\times4H_2O$	1,44		$7{,}28\times10^{-6}$
MoO_3	0,71		$4{,}93\times10^{-6}$
$CuSO_4\times5H_2O$	1,57		$6{,}29\times10^{-6}$
$Co(NO_3)_2\times6H_2O$	0,49		$1{,}68\times10^{-6}$

В 936 мл дистиллированной воды необходимо добавить по 10 мл раствора каждого из 6 макроэлементов и по 1мл каждого раствора микроэлементов, затем автоклавировать. pH конечного раствора – 6,6.

ЛИТЕРАТУРА

1. Быкова О.Г., Анопченко Л.Ю., Катаева В.Н., Миронычева-Токарева Н.П. Экология / Электронное учебно-методическое пособие – Новосибирск: Изд-во СГГА, 2010. – 100 с.

2. Иванова Н.А., Сторчак Т.В., Юмагулова Э.Р. Лабораторный практикум по экологии: Учебно-методическое пособие. – Нижневартовск: Изв-во Нижневарт. гос. ун-та, 2014. – 143 с.

3. Кабиров Р.Р., Егорова Н.Н. Учебное пособие по экологии. – Уфа: Изд-во БГПУ 2004. 33 с.

4. Кабиров Р.Р., Сугачкова Е.В. Оценка качества окружающей среды: Учебно-методическое пособие. – Уфа: Вагант, 2005. – 128 с.

5. Практикум по экологии / сост.: П.А. Феклистов, Д.П. Дрожжин, Н.В. Гласова. – Архангельск: Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 2007. – 61 с.

6. Муравьев А.Г., Пугал Н.А., Лаврова В.Н. Экологический практикум: Учебное пособие с комплектом карт-инструкций / Под ред. к.х.н. А.Г. Муравьева. – СПб.: Крисмас+, 2003. – 176 с.

7. Сафиуллина Л.М., Суханова Н.В. Использование сухих препаратов водорослей на занятиях по биологии: Учебно-методическое пособие. – Уфа: Изд-во БГПУ 2015. 48 с.

8. Трифонова, Т.А., Феоктистова И.Д., Чугай Н.В. Общая экология: лабораторный практикум. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2014. – 108 с.

Лилия Мунировна Сафиуллина

ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

Лиц. на издат. деят. Б848421 от 03.11.2000 г. Подписано в печать 22.09.2020
Формат 60Х84/16. Компьютерный набор. Гарнитура Times New Roman.
Отпечатано в ризографе. Усл. печ. л. – 5,2. Уч.-изд.л. – 5,0.
Тираж 100 экз. Заказ № 132

СП ИКЦ БГПУ 450008, г.Уфа, ул. Октябрьской революции, 3а

МИНПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. М. АКМУЛЛЫ»

Л.М. Сафиуллина, Кабиров Р.Р., Мусалимова Р.С.

ОБЩАЯ И СОЦИАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ

КРАТКИЙ КУРС ЛЕКЦИЙ

УФА 2020

УДК 574/577
ББК 28.080.1

Печатается по решению редакционно-издательского совета Башкирского государственного педагогического университета им. М.Акмуллы

Сафиуллина Л.М., Общая и социальная экология: краткий курс / Л.М. Сафиуллина, Р.Р. Кабиров, Р.С. Мусалимова – Уфа: Изд-во БГПУ, 2020. – 81 с.

Пособие предназначено для бакалавров дневной формы обучения направления «Биология» профиля «Биоэкология» и «Генетика» Естественно-географического факультета Башкирского государственного педагогического университета им. М.Акмуллы.

Краткий курс лекций составлен в соответствии с государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология, рабочей программой дисциплины и предназначен для систематизации знаний студентов по дисциплине «Общая и социальная экология», самоконтроля полученных знаний при подготовке к зачету и экзамену.

Предназначено для преподавателей, студентов, учителей и учащихся.

© Сафиуллина Л.М., Кабиров Р.Р., Мусалимова Р.С.
© Издательство БГПУ им. М. Акмуллы, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел I. Общая экология 4

Лекция 1. Введение 4

Лекция 2. Среда и адаптация к ней организмов 12

Лекция 3. Биотические связи 17

Лекция 4. Популяции 20

Лекция 5. Типы стратегий 25

Лекция 6. Сообщества 27

Лекция 7. Экосистемы 29

Лекция 8. Биосфера 30

Раздел II. Социальная экология 37

Лекция 1. Введение. Экологическая история человечества 37

Лекция 2. Демографические проблемы и пути их решения 40

Лекция 3. Противоречивость развития биосферы и антропосферы и глобальные экологические проблемы 44

Лекция 4. Теоретические основы охраны природы 51

Лекция 5. Охрана природных ресурсов 56

Лекция 6. Энергетические ресурсы 70

Литература……. 79

РАЗДЕЛ I. ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ

ЛЕКЦИЯ 1. ВВЕДЕНИЕ

Предмет экологии. Место экологии в системе биологии и естественных наук в целом. Структура и задачи современной экологии. Экология как наука, охватывающая связи на всех уровнях организации жизни: организменном, популяционном и биоценотическом. Экосистемные подходы в экологии. Методы экологических исследований: полевые наблюдения, эксперименты, теоретическое моделирование. Экология как основа охраны и рационального природопользования. Экология и ее положение в системе наук. Значение экологической науки для современного общества. Экологическое образование в современном обществе.

Слово «экология» образовано от греческого «ойкос», что означает дом, и «логос» - наука. Таким образом, изучение нашего «природного дома» охватывает изучение всех живущих в нем организмов и всех функциональных процессов, делающих этот «дом» пригодным для жизни. В буквальном смысле экология - это наука об организмах «у себя дома», наука, в которой особое внимание уделяется «совокупности или характеру связей между организмами и окружающей их средой»

Слово «экономика» (от греч. oikonomike) также образовано от греческого корня «ойкос» и буквально означает искусство ведения домашнего хозяйства; следовательно, экология и экономика должны идти рука об руку.

Экология приобрела практический интерес еще на заре развития человечества. В примитивном обществе каждый индивидуум, для того чтобы выжить, должен был иметь определенные знания об окружающей его среде, т.е. о силах природы, растениях и животных. Можно сказать, что цивилизация возникла тогда, когда человек научился использовать огонь и другие средства и орудия, позволявшие ему изменять среду своего обитания. Благодаря достижениям техники мы теперь, казалось бы, меньше зависим от природы в своих насущных потребностях и поэтому склонны забывать, что зависимость эта сохранилась.

Краткая история экологии.

Предыстория экологии. Элементы экологических знаний в XVII–XVIII веках. Описательная экология. Экологические аспекты биогеографических и эволюционных исследований первой половины XIX в. А. Гумбольдт, К.Ф. Рулье. Первые работы по демографии (Т. Мальтус). Значение работ Ч. Дарвина в развитии экологии. Обособление экологии в системе биологических наук. Э. Геккель.

Возникновение учения о сообществах. К. Мебиус. Становление гидробиологии и фитоценологии. Подразделение экологии на аут- и синэкологию. Развитие синэкологии в первой трети XX в. Работы Ф. Клементса, Г.Ф. Морозова, В. Шелфорда, В.Н. Беклемишева, Д.Н. Кашкарова и др. Начало математического моделирования в экологии. А. Лотка, В. Вольтерра. Возникновение экспериментальной экологии. Г.Ф. Гаузе. Становление популяционной экологии. Ч. Элтон.

Развитие представлений об экосистемах и биогеоценозах. Работы А. Тэнсли, В.Н. Сукачева. Энергетическое направление в экологии. Исследования продуктивности сообществ. Развитие учения В.И. Вернадского о биосфере. Международные экологические программы. Перспективы развития экологии.

Ж.Б. Ламарк (1744-1829) - выдающийся биолог-эволюционист, который сформулировал представление об адаптациях - приспособлениях организмов к условиям среды. С именем Ламарка связаны истоки концепции биосферы как «глобального результата» переработки организмами неорганического вещества. Ламарк призывал к изучению законов, по которым живет природа, и считал, что человек наносит себе (и природе) зло именно потому, что не знает или игнорирует эти законы. Ламарк независимо от Лавуазье различал две функциональные группы организмов биосферы: продуценты-растения и консументы-животные (разумеется, также без использования этих терминов). А.М. Гиляров (1999) подчеркнул, что Ламарк считал все живые существа способными создавать сложные соединения, но растения в качестве исходного материала используют находящиеся в «свободном состоянии» основные элементы (т.е. неорганические вещества), а животные могут использовать только соединения, изначально образованные растениями (органические вещества). Однако, признавая «постоянное разрушение сложных веществ» одним из основных законов природы, Ламарк, в отличие от Лавуазье, не писал о специальных группах разрушающих организмов, считая, что разрушение - это чисто физический процесс. Таким образом, в работах Ламарка мы видим истоки и аутэкологического (приспособление видов к условиям среды), и экосистемного (круговорот веществ) подходов.

Т. Мальтус (1766-1834) - экономист по основной специальности, он стал основателем популяционного подхода в экологии и сформулировал представление об экспоненциальном (т.е. с постоянно возрастающей скоростью) росте численности народонаселения. Хотя его работы имеют значение в первую очередь для социальной экологии (проблема перенаселения), тем не менее, они сыграли большую роль и для развития общей экологии. Последователем Мальтуса был Ч. Дарвин, который именно под влиянием его идеи о способности любого вида к экспоненциальному росту численности и поэтому неизбежности перенаселения сформулировал представления о борьбе за существование и естественном отборе.

В истории науки вряд ли найдется другая фигура, роль которой оценивалась так неоднозначно, как Мальтус. На основе открытой им экспоненциальной модели роста численности популяций Мальтус дал прогноз неизбежности перенаселения и голода: рост темпов производства продуктов питания в значительной степени отстает от скорости приращения народонаселения. Мальтус сделал вывод, что сохранение человечества возможно только благодаря войнам и болезням (о других более гуманных способах регулирования роста народонаселения через снижение рождаемости в его время еще не знали). Классики марксизма-ленинизма прочно приклеили к фамилии Мальтуса эпитет человеконенавистника, а обвинение в мальтузианстве стало одним из самых опасных ярлыков, который навешивали на инакомыслящих. Репутации Мальтуса повредило и то, что его идеи были восприняты идеологами фашизма в Германии, которые, опираясь на них, обосновали необходимость уничтожения целых народов, для того чтобы в ограниченном пространстве ресурсов могли безбедно существовать представители «лучшей» арийской расы. Для реабилитации имени Мальтуса в нашей стране много сделал Н.Ф. Реймерс.

А. Гумбольдт (1769-1859) - великий путешественник, внесший вклад в аутэкологию, развив представления Теофраста о жизненных формах и о климатической зональности. Вслед за Ламарком, хотя, видимо, и без влияния его идей, Гумбольдт пришел к понятию биосферы. Он писал о необходимости построения целостной картины мира. Процесс познания природы, по его мнению, может быть достигнут лишь путем объединения знания о всех явлениях и существах, которые предлагает поверхность Земли, поскольку «в этой грандиозной последовательности причин и эффектов ничто не может быть рассмотрено в изоляции».

К. Рулье (1814-1858) - профессор Московского университета, практически полностью очертивший круг задач экологии, хотя и не предложивший термина для обозначения этой науки. Он, в частности, писал: «Ни одно органическое существо не живет само по себе; каждое вызывается к жизни и живет только постольку, поскольку находится во взаимоотношении с относительно внешним для него миром».

Ч. Дарвин (1809-1882) - вклад этого выдающегося английского естествоиспытателя в историю экологии вряд ли нуждается в доказательстве. Опираясь на идеи Мальтуса, он создал учение о естественном отборе, который исключает перенаселение в природе за счет дифференцированного выживания и размножения особей и одновременно служит основным механизмом адаптации организмов к условиям среды. Дарвин объяснил отличие естественного отбора от искусственного отбора, который человек ведет исходя из полезности для себя растений и животных. В итоге искусственного отбора культурные растения и животные теряют свою приспособленность к жизни в естественных условиях, оказываются

обреченными на сосуществование с человеком и, как правило, не могут вернуться в дикую природу.

Э. Геккель (1834-1919) - как уже отмечалось, ему принадлежит термин «экология». Кроме того, Геккель интуитивно подошел к понятиям экологической ниши и пищевой цепи и, в частности, описал цепь «пальмы - насекомые - насекомоядные птицы - хищные птицы - клещи - паразитические грибы». Геккелем был предложен и термин «бентос».

В.В. Докучаев (1846-1903) - рассматривал природный феномен почв как результат взаимодействия комплекса факторов почвообразования, главными из которых являются климат, растительность и материнская порода. По существу Докучаев подошел к трактовке почвы как основного элемента экосистемы. С его именем связано рождение генетической классификации почв, отражающей явления широтной зональности и вертикальной поясности, вызванные изменениями климата. Он описал зональный ряд почв от подзолов и серых лесных до черноземов, каштановых и бурых пустынных почв. Ученик Докучаева В.И. Вернадский назвал своего учителя «русским самородком». Следует заметить, что генетическая классификация почв родилась в России в силу значительной меридиональной протяженности евразийского материка и слабого влияния на широтную зональность океана. В США, где на явления широтной зональности и вертикальной поясности в большей мере, чем в Евразии, влияет близость океана, русский генетический подход не прижился.

Таким образом, в период предыстории экологии в XVIII-XIX вв. были заложены три основных подхода, которые получили развитие в XX в.: аутэкологический (Линней, Ламарк, Гумбольдт, Рулье, Дарвин, Геккель); популяционный (Мальтус, Дарвин); экосистемно-биосферный (Линней, Лавуазье, Ламарк, Гумбольдт, Геккель, Докучаев).

В XX столетии теоретический арсенал экологии быстро пополнялся, поэтому этот период называют «золотым веком» теории экологии. В первой половине XX в. формировались экологический лексикон и система представлений об особенностях отношений организмов и условий среды на разных уровнях организации: особи; популяции (более или менее ограниченной в пространстве совокупности особей одного вида с числом, достаточным для самоподдержания); сообщества (совокупности организмов разных видов одной или нескольких систематических групп в пределах одного местообитания); экосистемы (совокупности организмов и условий среды, включая и самую большую экосистему Земли - биосферу).

Для экологии этого периода был характерен «романтический» дедуктивно-гипотетический подход, руководствуясь которым исследователи стремились вывести общие законы отношений организмов и условий среды. В дальнейшем, особенно в новейший период истории экологии, проверка этих «законов» на различных природных объектах показала, что большинство из них не являются универсальными. Тем не

менее костяк теории современной экологии, безусловно, развивался под влиянием достижений экологии рассматриваемого периода, и ее теоретические основы не претерпели каких-либо принципиальных, тем более революционных, изменений до наших дней. Понятия, принципы и закономерности, родившиеся в этот период, составляют теоретический фундамент экологии и подробно обсуждаются в следующих главах учебника. Поэтому здесь мы ограничимся лишь их перечислением с указанием авторов и ссылок на соответствующие разделы учебника. При этом мы отойдем от хронологической последовательности появления элементов теоретической экологии, которая, учитывая сравнительно небольшую продолжительность периода, не имеет существенного значения.

Принципы индивидуальности экологии видов и непрерывного изменения (континуума) состава сообществ (и экосистем) вдоль градиентов среды. Независимо сформулированы россиянином Л.Г. Раменским (1884-1953) и американцем Г. Глисоном (1882-1975). В дальнейшем эти принципы были развиты американскими экологами Дж. Кертисом (1913-1961), Р. Уиттекером (1920-1981) и Р.Макинтошем. Понятие экосистемы как совокупности сосуществующих видов и условий среды их обитания. Предложено А. Тенсли (1871-1955).

Концепции экологической сукцессии (процесса изменения состава экосистемы под влиянием жизнедеятельности составляющих ее организмов) и климакса (от англ. climax) как устойчивого равновесного с климатом состояния, к которому «стремится» любая экосистема сформулированы Ф. Клементсом (1874-1945), в дальнейшем развиты А. Тенсли и Р. Уиттекером. Концепция экологической ниши как «профессии» вида в экосистеме, которая включает: место «работы»; ресурсы, необходимые для выполнения «работы»; график «работы»; тип выпускаемой «продукции» и характер отношений с другими «работниками», участвующими в совместном «производственном» процессе разработана Ч. Элтоном (1900-1991) и Дж. Хатчинсоном (1903-1991).

Логистическая (S-бразная) кривая роста численностипопуляции при ограниченных ресурсах со сменой трех фаз: медленного, быстрого и медленного роста. Описана Р. Перлем (1879-1940). В дальнейшем выяснилось, что эта кривая была открыта еще в 1838 г. бельгийским математиком П.Ф. Ферхюльстом. Математические модели конкуренции. Предложены также В. Вольтеррой и А. Лоткой, но подтверждены русским ученым Г.Ф. Гаузе (1910-1986) в экспериментах с инфузориями. Гаузе сформулировал принцип конкурентного исключения: не могут сосуществовать два вида, занимающих одну экологическую нишу.

Концепция К- и г-отбора и соответственно К-стратегов и г-стратегов, различающихся о вкладу в репродуктивное усилие и специализированных для жизни в условиях нестабильных (с флюктуирующими ресурсами) и стабильных местообитаний. Разработана Р. Макартуром (1930-1972) и Э.

Уилсоном. Как оказалось, еще в 1887 г. аналогичную систему из двух типов стратегий под названием «капиталисты» и «пролетарии» предложил Дж. Маклиод. Однако работа Маклиода оставалась незамеченной вплоть до начала 90-х годов XX в. Концепция C-, S- и R-стратегий, отражающих отношения организмов к благоприятности условий среды и интенсивности нарушений. Предложена Л.Г. Раменским в 1935 г., свои ценобиотические типы он назвал виолентами, патиентами и эксплерентами. Спустя 40 лет эти типы были переоткрыты Дж. Граймом и получили приведенные буквенные обозначения.

Функциональный подход к экосистеме как «энергетической установке» связан с именами Р. Линдемана (1915-1942) предложившего «правило 10%» для оценки эффективности перехода энергии с одного трофического уровня на другой, и ГГ. Винберга (1905-1987), автора основного метода измерения биологической продукции водных экосистем. Теория «островной биогеографии». Разработана Р. Макартуром и Э. Уилсоном, которые рассматривали число видов на острове как результат формирования равновесия между процессами вселения на остров новых видов и вытеснения уже прижившихся. В дальнейшем как острова стали рассматривать любые экосистемы-изоляты (массив леса среди пашни, высокогорную тундру, озеро и т.д.).

Концепция биосферы как «живой оболочки» планеты. Наиболее полно разработана В.И. Вернадским (1864-1945), обосновавшим геологическую роль жизни на Земле. Близкие представления сформулировал Дж. Лавлок в концепции Геи (Гея - богиня Земли).

Все перечисленные «краеугольные камни» фундамента теории экологии, за исключением принципа индивидуальности экологии видов, в той или иной мере тяготеют к «мифу» о высоком уровне целостности экологических явлений и наличии достаточно «жестких» связей между особями, популяциями, экосистемами и условиями среды. Этот подход (методология) получил название органицизма, так как при таком взгляде усматривается сходство явлений надорганизменного уровня с организмами. Периодом современной экологии считаются последние тридцать лет XX в.

Главные особенности этого периода хорошо выражают заголовки статей Дж. Лотона (Lawton, 1999) «Есть ли в экологии общие законы?» (с однозначным ответом: таких законов нет) и А.М. Гилярова (Ghilarov, 2001) «Изменение характера экологии XX столетия: от универсальных законов к универсальной методологии».

Г.С. Розенберг, характеризуя смену парадигм в экологии, подчеркивает, что экология стала более субъективной, пространство и время перестали быть простыми и «экологический мир» стал динамичным. Впрочем, в последние годы появляются и более оптимистические оценки современного состояния экологии. Так, П.В. Турчин считает, что законы в экологии все-таки существуют, по крайней мере, в популяционной

экологии. В этот период было показано, что большинство перечисленных в предыдущем разделе «романтических» законов экологии имеет ограниченные области экстраполяции. Исключений из этих «законов-правил» оказалось так много, что возникло сомнение в их правомочности. В этом непринятии идеи существования универсальных экологических законов, подобных законам физики, - идеология современной экологии. Принцип экологической индивидуальности видов и их независимого распределения по градиентам среды в соответствии с симметричной колоколовидной кривой оказался не соответствующим действительности. В ряде случаев кривые распределения были асимметричными и даже полимодальными, что свидетельствовало о зависимости распределений видов друг от друга. Как оказалось, наиболее продуктивными и богатыми видами могут быть не только климаксовые (устойчивые) но и сообщества, которые меняются в направлении климакса.

Конвергенция всего разнообразия экосистем природного района в одну климаксовую экосистему просто невозможна, в каждом природном районе есть несколько климаксовых экосистем. Сукцессии, ведущие к климаксу, оказались стохастическими, а не жестко детерминированными процессами, в ходе которых виды сменяют друг друга в четкой последовательности. В ходе сукцессии не обязательно происходит улучшение условий, повышение биологической продукции и видового разнообразия, возможно ухудшение условий среды и соответственно снижение биологической продукции и видового богатства. Самой «элегантной» математической модели «хищник ~ жертва» отказались «подчиняться» большинство пар хищников и жертв в реальных экосистемах. Во-первых, хищники, как правило, переключаются на потребление других жертв, что не предусмотрено моделью. Во-вторых, на динамику численности популяций хищников и жертв действует множество других факторов, которые не учтены моделью (паразиты, биологические ритмы и т.д.).

«Число Линдемана» (10%) оказалось слишком приблизительным выражением эффективности перехода энергии с одного трофического уровня на другой. Если такая эффективность наблюдается в звене «растение - фитофаг», то на высших трофических уровнях она может превышать 50%. Принцип конкурентного исключения, согласно которому в одной экологической нише не могут сосуществовать два вида, также оказался не универсальным. Во многих случаях при наличии сдерживающего фактора (нарушение, абиотический стресс, влияние конкурента и т.д.) виды могут не расходиться по разным нишам. Кроме того, несколько видов могут поочередно занимать одну и ту же нишу. Далекой от реальности оказалась и модель формирования биоразнообразия на островах. Разные виды имеют разные шансы попасть на разные острова или быть вытесненными из их экосистем. И так далее.

Не оправдались надежды и на математическое моделирование, которое Р. Макинтош назвал «браком экологии и инженерии под дулом пистолета». Как отмечают В.Н. Тутубалин и др. (1999), построенные модели либо «... просто неадекватны и практически бесполезны для развития теоретической биологии (в том числе экологии), либо полученные с их помощью биологические результаты в достаточной мере тривиальны и были получены и без их применения...». «Всемогущие» компьютеры в ряде случаев также не улучшили, а ухудшили ситуацию, так как стали, по образному выражению Р. Маргалефа (1992), причиной появления «компьютерного опиума в экологии», т.е. утери экологами интуиции при оценке экологических закономерностей природы и очевидной переоценки возможностей их математического описания. Все это вело к созданию видимости «большой науки» там, где ее нет. Стало очевидным, что разнообразие биологических объектов, как популяционного, так и экосистемного уровня, столь велико, что крайне сложно отыскать всеобщие законы, которые бы объясняли происходящие процессы, пространственные закономерности и позволяли прогнозировать их. Для сужения сферы их действия (определения областей экстраполяции) экологам потребовалось ввести понятия биологического пространства и биологического времени. Первое измерение связано с размером особей и их подвижностью (не может быть одно пространство у тли, зайца и слона), второе - с продолжительностью жизненного цикла (он также различается у планктонной зеленой водоросли, ветвистоусого рачка, плотвы и сома).

Такое многоуровневое биологическое шкалирование сделало представления экологов более реалистическими. Стало ясно, что популяция или фрагмент сообщества, стабильные в одном масштабе, могут быть нестабильными в другом масштабе (нередко стабильность в крупном масштабе является суммой нестабильностей в мелком масштабе). При этом в последние годы усиливаются подходы «макроэкологии», т.е. анализа экологических закономерностей в глобальном масштабе, при котором погашаются «шумы», мешающие выявлению наиболее существенных закономерностей. Для «новых» экологов экологический мир оказался сложно организованной иерархией в осях биологического пространства и биологического времени, стохастичным, с очень «мягкими» связями между особями и популяциями, динамичным, постоянно отклоняющимся от состояния экологического равновесия.

Таким образом, к концу XX в. стала очевидной сложность создания системы «универсальных законов» экологии, и родилась новая «универсальная методология». Внимание исследователей переключилось на изучение более частных пространственных и временных закономерностей, «механизмов» организации популяций и экосистем. Для выполнения этих исследований имелись все необходимые предпосылки: в экологии уже сформировался развитый понятийный аппарат и был накоплен огромный

массив эмпирических данных, которые можно сопоставлять с новыми материалами и вовлекать в повторную обработку часто с изменением ранее сформулированных выводов.

ЛЕКЦИЯ 2. СРЕДА И АДАПТАЦИИ К НЕЙ ОРГАНИЗМОВ

Организм как открытая система. Обмен веществ между средой и организмом. Условия жизни на Земле. Классификации экологических факторов. Природные и антропогенные факторы. Биотические и абиотические факторы. Деление факторов на ресурсы и условия. Роль отдельных абиотических факторов в жизни организмов (солнечный свет, температура, влажность, солевой режим, давление и др.).

Аутэкология, изучающая отношения организмов к условиям среды, - наиболее старый раздел общей экологии. По существу как аутэкологию понимал экологию Э. Геккель. Аутэкологом был и Ч. Дарвин - автор теории приспособления организмов к условиям среды путем естественного отбора. В состав этого раздела экологии входят характеристика факторов среды (факториальная экология) и способов приспособления (адаптации) организмов к различным ее условиям. В XX в. аутэкология пополнилась новыми разделами о функциональной роли организмов в экосистеме и их жизненных стратегиях. Аутэкология исследует отношения организмов к условиям среды на уровне видов, что необходимо как для изучения популяций (это позволяет вынести «за скобки» те признаки, которые характерны для всех популяций одного вида), так и для изучения экосистем, элементами которых являются виды.

Факторы среды исследуются разными науками: климат - климатологией, рельеф - геоморфологией, почвы - почвоведением, закономерности распределения вод и их качество - гидрологией и гидрохимией и т.д. Однако экология изучает факторы среды не сами по себе, а их влияние на организмы, т.е. предлагает, как бы взглянуть на каждый фактор «глазами» разных организмов. Факторы среды делятся на абиотические, т.е. факторы неорганической, или неживой, природы, и биотические - порожденные жизнедеятельностью организмов. Факторы, связанные с влиянием человека – антропогенные.

Климатические и эдафические факторы во многом определяются географическим положением экотопа - его удаленностью от экватора и от океана и высотой над уровнем моря. Специфические абиотические факторы в водных экосистемах - глубина водной толщи, характер грунта на дне водоема, химический состав, прозрачность и температура воды, течение (или волны).

Абиотические факторы разделяются на прямые и косвенные. Прямые факторы непосредственно влияют на организмы. Их примеры: влажность почвы и воздуха, температура, свет, богатство почвы и воды элементами

минерального питания, скорость течения воды и др. Косвенные факторы действуют на организмы опосредствованно - через прямые факторы. Их примеры: географическая широта и удаленность от океана, рельеф (высота над уровнем моря и экспозиция склона), гранулометрический состав почвы, прозрачность воды.

Среда и адаптации к ней организмов

Количественная оценка экологических факторов. Закон оптимума как основа выживания организмов. Толерантность. Границы толерантности и многообразие видов. Изменение толерантности и положения оптимума в онтогенезе и по сезонам года. Явление акклимации. Эврибионтные и стенобионтные виды. Совместное действие факторов. Закон ограничивающего фактора.

Существование и успех любого организма или любой группы организмов зависит от комплекса определенных условий. Любое условие, приближающееся к пределу толерантности или превышающее его, называется лимитирующим условием, или лимитирующим фактором. При стационарном состоянии лимитирующим будет то жизненно важное вещество, доступные количества которого наиболее близки к необходимому минимуму. Эта концепция известна как «закон минимума» Либиха. Она менее применима к «переходным состояниям», когда количества, а следовательно, и эффект многих составляющих быстро изменяются.

Идея о том, что выносливость организма определяется самым слабым звеном в цепи его экологических потребностей, впервые была ясно показана в 1840 г. Ю. Либихом. Он был первым, кто начал изучение влияния разнообразных факторов на рост растений, установив (и с этим согласны и современные агрономы), что урожай культур часто лимитируется не теми элементами питания, которые требуются в больших количествах, такими, например, как двуокись углерода и вода (поскольку эти вещества обычно присутствуют в среде в изобилии), а теми, которые требуются в ничтожнейших количествах (например, цинк), но которых и в почве очень мало. Вывод Либиха о том, что «рост растения зависит от того элемента питания, который присутствует в минимальном количестве», стал известен как либиховский «закон минимума». Произведенная со времен Либиха огромная работа показала, что для успешного применения на практике данной концепции к ней надо добавить два вспомогательных принципа.

Первый - ограничительный: закон Либиха строго применим только в условиях стационарного состояния, т.е. когда приток и отток энергии и веществ сбалансированы. Для наглядности представим себе гипотетическое озеро, главным лимитирующим фактором в котором является двуокись углерода; продуктивность находится в равновесии с количеством двуокиси углерода, поступающим от разложения органического вещества.

Предположим далее, что свет, а также азот, фосфор и другие, жизненно важные элементы при этом динамическом равновесии содержатся в избытке (т.е. в тот момент они не являются лимитирующими факторами). Если во время бури в воде растворится дополнительное количество двуокиси углерода, то продуктивность изменится и начнет зависеть также от других факторов. Пока скорость меняется, стационарного состояния нет и эффект минимума отсутствует. Результат зависит от концентрации всех имеющихся компонентов, а в переходный период она отлична от той скорости, с которой поступает наименее обильный компонент. По мере расходования разных компонентов продуктивность начинает быстро изменяться, пока один из них, возможно и на сей раз двуокись углерода, не станет лимитирующим. Скорость функционирования озерной экосистемы вновь будет управляться законом минимума.

Второй важный вспомогательный принцип касается взаимодействия факторов. Так, высокая концентрация или доступность одного вещества или действие другого (не минимального) фактора может изменять скорость потребления элемента питания, содержащегося в минимальном количестве. Иногда организм способен заменять, хотя бы частично, дефицитный элемент другим, химически близким. Так, в местах, где много стронция, в раковинах моллюсков кальций до некоторой степени заменяется стронцием. Показано, что некоторым растениям нужно меньше цинка, если они растут не на ярком солнечном свету, а в тени; таким образом, концентрация цинка в почве с меньшей вероятностью может быть лимитирующей для растений в тени, чем на свету.

Концепция пределов толерантности. Лимитирующим фактором может быть не только недостаток, на что указывал Либих, но и избыток таких, например, факторов, как тепло, свет и вода. Следовательно, организмы характеризуются экологическим минимумом и экологическим максимумом; диапазон между этими двумя величинами составляет то, что принято называть пределами толерантности.

Представление о лимитирующем влиянии максимума наравне с минимумом ввел В. Шелфорд, сформулировавший «закон толерантности». После 1910 г. по «экологии толерантности» были проведены многочисленные исследования, благодаря которым стали известны пределы существования для многих растений и животных. Особенно плодотворны так называемые «стрессовые эксперименты» в лаборатории или в поле, при которых организмы подвергаются воздействию широкого диапазона условий.

Такой физиологический подход помог экологам понять распределение организмов в природе; однако не все зависит от физических факторов. Известны такие ситуации, когда все физические условия не выходят за пределы толерантности организма, и все же организм не может к ним приспособиться вследствие разного рода биологических взаимодействий.

Лабораторные опыты должны сопровождаться исследованиями интактных экосистем, поскольку в эксперименте мы имеем дело с особями, по необходимости изолированными от своих популяций и сообществ.

Здесь мы снова возвращаемся к концепции эмерджентных свойств.

Можно сформулировать ряд вспомогательных принципов, дополняющих «закон толерантности»:

1. Организмы могут иметь широкий диапазон толерантности в отношении одного фактора и узкий диапазон в отношении другого.

Организмы с широким диапазоном толерантности ко всем факторам обычно наиболее широко распространены.

2. Если условия по одному экологическому фактору не оптимальны для вида, то может сузиться и диапазон толерантности к другим экологическим факторам. Например, при лимитирующем содержании азота снижается засухоустойчивость злаков. Другими словами, он обнаружил, что при низком содержании азота для предотвращения увядания требуется больше воды, чем при высоком его содержании.

3. В природе организмы очень часто оказываются в условиях, не соответствующих оптимальному диапазону того или иного физического фактора, определенному в лаборатории. В таких случаях более важным оказывается какой-то другой фактор (или факторы). Например, некоторые тропические орхидеи при охлаждении лучше растут на ярком солнечном свету, чем в тени. В природе же они растут только в тени, так как не могут выносить теплового действия прямого солнечного света.

4. Пользоваться оптимальными условиями среды организмам часто мешают межпопуляционные и внутрипопуляционные взаимоотношения (например, конкуренция, хищники, паразиты и т.д.). Крабы и многие другие морские животные могут переносить солоноватую воду или пресную воду с высоким содержанием хлорида, поэтому они часто заходят в реки вверх по течению. Но их личинки не могут жить в таких водах, так что вид не может размножаться в реке и не обосновывается здесь постоянно. Географическое распределение промысловых птиц часто определяется влиянием климата на яйца или птенцов, а не взрослых особей. Можно было бы привести еще сотни подобных примеров.

Чтобы выразить относительную степень толерантности, в экологии существует ряд терминов, в которых используются приставки стено-, что означает узкий, и эври широкий.

Итак, стенотермный - эвритермный (в отношении температуры), стеногидрический - эвригидрический (в отношении воды), стеногалинный - эвригалинный (в отношении солености), стенофагный - эврифагный (в отношении пищи), стеноойкный - эвриойкный (в отношении выбора местообитания).

Ценность концепции лимитирующих факторов состоит в том, что она дает экологу отправную точку при исследовании сложных ситуаций.

Взаимоотношения между средой и организмами могут быть очень сложными, но, к счастью, не все возможные факторы среды одинаково важны в каждой данной ситуации или для каждого данного вида организмов. Изучая конкретную ситуацию, эколог обычно может выделить вероятные слабые звенья и сфокусировать свое внимание, по крайней мере, вначале, на тех условиях среды, которые с наибольшей вероятностью могут оказаться критическими или лимитирующими. Если для организма характерен широкий диапазон толерантности к фактору, который отличается относительным постоянством и присутствует в среде в умеренных количествах, вряд ли такой фактор может оказаться лимитирующим. И наоборот, если известно, что тот или иной организм обладает узким диапазоном толерантности к какому-то изменчивому фактору, то именно этот фактор и заслуживает внимательного изучения, так как он может быть лимитирующим.

Например, содержание кислорода в наземных местообитаниях настолько велико и он столь доступен, что редко служит лимитирующим фактором для наземных организмов, за исключением паразитов, обитателей почвы или больших высот. Напротив, в воде кислорода сравнительно мало, его содержание там нередко сильно варьирует, и вследствие этого для водных организмов, особенно животных, он часто служит важным лимитирующим фактором. Поэтому эколог-гидробиолог всегда имеет наготове прибор для определения количества кислорода и измеряет содержание этого газа в ходе изучения любой незнакомой ситуации.

Условия жизни на Земле в разных климатических зонах и в разные сезоны далеко не равноценны. Неравномерность распределения тепла и влаги во времени препятствует плавному течению жизни. Практически все растительные и большинство животных организмов умеренного пояса одну третью года, а то и больше времени проводит в неактивном состояние, противостоя многим неблагоприятным факторам среды. Особенно трудно приходится обитателям приполярья и высокогорья. Как же всем им удаётся выжить, какие адаптации они приобрели, чтобы беспрепятственно переносить неблагоприятное для развития время или вообще катаклизмы климата?

Проанализировав мировую литературу и дополнив обобщённые сведения собственными экспериментальными данными, Р.С. Ушатинская выделила четыре категории физиологического состояния организмов в период их скрытой жизни при неблагоприятных условиях. Общими в своей основе для микроорганизмов, растений, животных оказываются явления:

гипобиоза – замедленной жизни, подавленной неблагоприятными экзогенными абиотическими факторами;

криптобиоза – скрытой жизни в узком смысле этого слова, то есть состояние физиологического покоя, возникающего на базе эндогенной

готовности организма под влиянием сигнального воздействия внешних агентов;

ангидробиоза – заторможенной жизни при глубокой потере влаги, но без нарушения биологических структур;

анабиоза – временной остановки жизни (обмен веществ) при крайнем охлаждение или обезвоживании.

ЛЕКЦИЯ 3. БИОТИЧЕСКИЕ СВЯЗИ

Отношения хищник–жертва

Отношения хищник – жертва как широкий спектр пищевых взаимодействий. Основные формы пищевых отношений: хищничество, паразитизм, собирательство и пастьба. Экологические особенности связей хищник-жертва. Спектр питания хищников. Пищевое предпочтение. Переключение. Функциональная и количественная реакция потребителей на численность жертв. Популяционный аспект взаимодействия хищник-жертва. Взаимосвязь динамики численности хищника и жертвы. Модель Лотки-Вольтерра. Опыты Г.Ф. Гаузе. Влияние сложности среды и наличия убежищ на состояние системы хищник-жертва. Условия возникновения циклических колебаний и вспышек численности. Моделирование отношений хищник-жертва и прогнозы урожайности в сельском хозяйстве, рыболовстве и охотничьем промысле. Конкуренция и хищничество снижают скорость роста популяций, испытывающих эти влияния, но этот эффект не обязательно вреден, если рассматривать его с точки зрения выживания популяции на протяжении длительного времени или с точки зрения ее эволюции. Отрицательные взаимодействия фактически могут ускорять естественный отбор, приводя к возникновению новых адаптации. Хищники и паразиты часто полезны для популяций, не имеющих механизмов саморегуляции для предотвращения перенаселения, следствием которого могло бы быть самоуничтожение таких популяций.

Математическая модель взаимоотношений хищник - жертва» предложена А.Д. Лоткой и В. Вольтеррой (1860-1940). Суть ее заключается в том, что при пульсации численности популяций жертв и хищников пики численности хищников запаздывают по отношению к пикам численности их жертв.

Конкуренция и сосуществование видов

Понятие конкуренции. Эксплуатация и интерференция. Межвидовая и внутривидовая конкуренция. Значение этих форм конкуренции для организмов. Принцип конкурентного исключения. Зависимость результатов межвидовой конкуренции от экологических особенностей видов и влияния

среды. Конкуренция в сложной и флюктуирующей среде. Условия сосуществования потенциальных конкурентов. Асимметрия конкурентных отношений. Аменсализм. Влияние хищничества на интенсивность конкурентных отношений. Эволюционная роль конкурентных отношений.

В самом широком смысле конкуренция - это взаимодействие двух организмов, стремящихся получить один и тот же ресурс. Межвидовая конкуренция - это любое взаимодействие между популяциями двух или более видов, которое неблагоприятно сказывается на их росте и выживании. Она может проявляться в двух формах. Тенденция к экологическому разделению, наблюдаемая при конкуренции близкородственных или сходных в иных отношениях видов, известна как принцип конкурентного исключения. Теоретически виды, обладающие сходными потребностями, не могут жить совместно, так как велика вероятность возникновения сильной конкуренции и элиминации одного из них. Вместе с тем конкуренция способствует возникновению в процессе отбора многих адаптации, что приводит к увеличению разнообразия видов, сосуществующих в данном пространстве или сообществе.

В большинстве случаев слово «конкуренция» применяется в ситуациях, в которых отрицательные взаимодействия являются следствием уменьшения ресурсов, используемых обоими видами.

Мутуализм

Типы мутуалистических отношений. Распространение и роль в природе. Многообразие мутуалистических взаимоотношений. Поведенческие мутуалистические отношения у животных. Протокооперация. Опыление растений. Разведение одних видов другими, физиологические взаимовыгодные связи. Симбиоз и его проявления. Симбионты кишечных трактов, тканей и клеток животных. Микоризы. Лишайники. Симбиотические азотфиксаторы. Гипотеза симбиотического происхождения эукариотической клетки. Эволюционная роль мутуализма.

Когда виды двух взаимодействующих популяций оказывают друг на друга благоприятное, а не повреждающее влияние в таких случаях обе популяции растут и процветают, достигая равновесных уровней, что благоприятно для обоих видов. Если для роста и выживания каждой из популяций необходимо их взаимное влияние друг на друга, то такие взаимоотношения называются мутуализмом. Если же, с другой стороны, эти благоприятные влияния лишь вызывают увеличение размеров популяции или скорости ее роста, но не являются необходимыми для ее роста и выживания, то такое взаимодействие соответствует кооперации или протокооперации. (Поскольку такая кооперация не есть следствие сознательной или «разумной» деятельности, предпочтительнее пользоваться последним термином). И мутуализм, и протокооперация приводят к

сходному результату: рост популяции в отсутствие другой либо замедлен, либо равен нулю. По достижении равновесия обе популяции продолжают сосуществовать, обычно сохраняя определенное соотношение.

Рассмотрение популяционных взаимодействий на основе уравнений роста, позволяет избежать противоречий, нередко возникающих при обсуждении терминов или определений как таковых. Например, термин «симбиоз» иногда употребляют в том же смысле, что и мутуализм, а иногда его понимают более широко, включая в него также комменсализм и паразитизм. Поскольку слово симбиоз буквально означает «жить вместе», его можно использовать в широком смысле, безотносительно к природе взаимосвязи.

Паразитизм и другие типы взаимоотношений

Паразитизм. Разнообразие форм паразитизма. Эволюция паразитических отношений. Эволюционная роль пищевых отношений. Комменсализм и его формы. Нейтрализм. Распространение в природе и значение.

Термин «паразит» многие используют применительно к любому мелкому организму, живущему на поверхности или внутри другого организма, независимо от того, положительно, отрицательно или безразлично его влияние. В таком же смысле трактуется и предмет науки паразитологии. При длительном контакте паразитов с их хозяевами или жертвой влияние на последних становится умеренным, нейтральным или даже благоприятным (конечно, при рассмотрении длительных промежутков времени. Наиболее сильное повреждающее действие оказывают новые паразиты и хищники. Действительно, если составить список болезней, паразитов и насекомых-вредителей, причиняющих наибольший ущерб сельскому и лесному хозяйству, то окажется, что многие из них недавно занесены в новые для них районы. Европейская хлопковая совка, непарный шелкопряд, японский жук, средиземноморская плодовая мушка - это лишь немногие из интродуцированных насекомых-вредителей, принадлежащих к этой категории. Тот же самый принцип применим во многом и к болезням человека; наиболее опасны новые, завезенные впервые возбудители заболеваний.

В общем, то, что мы называем «принципом внезапного усиления патогенности», можно сформулировать следующим образом: эпидемии, эпизоотии или эпифитотии часто вызываются:

1) внезапным или быстрым вселением организма, обладающего потенциально высокой скоростью собственного роста, в экосистему, в которой механизмы регуляции численности для этого нового вида или отсутствуют или малоэффективны;

2) резкими или очень сильными изменениями окружающей среды, приводящими к уменьшению энергии, необходимой для регуляции по

принципу обратной связи, или каким-либо иным образом нарушающими способность системы к саморегуляции.

Урок из всего этого таков: не следует допускать интродукцию новых потенциальных вредителей и избегать по возможности стресса в экосистемах, возникновению которого способствуют ядохимикаты, уничтожающие как вредные, так и полезные организмы.

Хотя с экологической точки зрения хищничество и паразитизм очень сходны, между их крайними формами - крупным хищником и мелким внутренним паразитом – имеются весьма существенные различия, касающиеся не только размеров. Паразитические или патогенные организмы обычно обладают более высоким биотическим потенциалом, чем хищники. Их строение, обмен, выбор хозяина и жизненные циклы часто более специализированы, что связано со своеобразием их среды обитания и проблемой распространения от одного хозяина к другому.

Особенно интересны организмы, занимающие промежуточное положение между хищниками и паразитами, например паразитические насекомые, которые нередко, подобно хищникам, пожирают свою добычу целиком, но вместе с тем напоминают паразитов своим высоким биотическим потенциалом и высокой специфичностью к хозяину.

ЛЕКЦИЯ 4. ПОПУЛЯЦИИ

Понятие популяции в экологии

Определение популяции. Популяция как биологическая система. Популяционная структура вида. Границы популяций. Расселение как функция вида. Выделение ценопопуляций у растений. Межпопуляционные связи.

Популяция – группа особей одного вида, занимающая определенное пространство и функционирующая как часть биотического сообщества. Биотическое сообщество в свою очередь определяется как совокупность популяций, которая в результате коэволюции метаболических превращений функционирует как целостная единица в отведенном ему пространстве физической среди обитания.

Популяция характеризуется рядом признаков; хотя эти признаки лучше всего выражаются статистическими функциями, единственным их носителем является группа, но не особи в этой группе. Плотность, рождаемость, смертность, возрастная структура, биотический потенциал, распределение в пространстве (дисперсия) и кривая роста – вот некоторые из таких свойств популяции. Популяции обладают также генетическими характеристиками, непосредственно связанными с их экологией. Это адаптивность, репродуктивная (дарвиновская) приспособленность и не-

прерывность (т.е. вероятность оставления потомков на протяжении длительного периода времени).

Популяция обладает «биологическими свойствами», присущими как популяции, так и составляющим ее организмам, и «групповыми свойствами», присущими только группе в целом. Биологические свойства характеризуют жизненный цикл популяции; популяция, так же как и отдельный организм, растет, дифференцируется и поддерживает сама себя. Популяция имеет определенную организацию и структуру, которые можно описать. В отличие от этого групповые свойства, такие, как рождаемость, смертность, возрастная структура и генетическая приспособленность, могут характеризовать только популяцию в целом. Таким образом, особь рождается, стареет, умирает, но применительно к особи нельзя говорить о рождаемости, смертности, возрастной структуре – характеристиках, имеющих смысл только па групповом уровне.

Возрастная и половая структуры популяций

Типы структур популяции. Демографическая структура популяций. Экологическая специфика возрастных групп у разных видов. Проблема биологического возраста. Возраст и возрастные состояния у растений. Аналогичные явления у животных. Возрастной спектр популяций в связи с особенностями жизненного цикла и способами размножения. Полночленные и неполночленные, левосторонние и правосторонние возрастные спектры. Зависимость возрастной структуры популяций от условий среды. Почвенный банк диаспор у растений. Возрастное состояние и жизненность растений. Спектры ценопопуляций по жизненности. Понятие генеративного запаса и пополнения в популяциях животных. Возрастная структура и устойчивость популяций. Особенности демографии человека. Генетический полиморфизм. Половой состав, его генетическая и экологическая обусловленность. Степень экологических различий между полами. Адаптивная роль этих различий.

Возрастной состав популяции. Возрастная структура популяции является ее важной характеристикой, которая, влияет как на рождаемость, так и на смертность. Соотношение разных возрастных групп в популяции определяет ее способность к размножению в данный момент и показывает, чего можно ожидать в будущем. Обычно в быстро растущих популяциях значительную долю составляют молодые особи, в популяции, находящейся в стационарном состоянии, возрастное распределение более равномерно, а в популяции, численность которой снижается, будет содержаться большая доля старых особей. Возрастная структура популяции может изменяться и без изменения ее численности. По имеющимся данным, для каждой популяции характерно «нормальное», или стабильное, возрастное распределение, к которому направлены

изменения реальных распределений; теоретически это впервые предсказал Лотка. Коль скоро достигается стабильное возрастное распределение, временные отклонения от него могут быть вызваны лишь необычайными увеличениями рождаемости или смертности, после чего происходить спонтанный возврат к стабильной ситуации.

Пространственная структура популяций.

Типы пространственного размещения у растений и животных. Случайное, агрегированное и равномерное распределение. Скопления и их причины. Факторы, обуславливающие пространственную структуру популяции: биологические свойства вида и особенности среды. Территориализм и формы его проявления у животных. Оседлый и кочевой образ жизни у животных. Адаптивная роль территориальных отношений. Формы групповых объединений животных и растений. Эффект группы.

Распределение особей в популяции может быть:

1) случайным;

2) равномерным (более регулярным, чем при случайном распределении);

3) групповым (нерегулярным и неслучайным).

Случайное распределение наблюдается тогда, когда среда очень однородна, а организмы не стремятся объединиться в группы. Равномерное распределение встречается там, где между особями очень сильна конкуренция или существует антагонизм, способствующий равномерному распределению в пространстве. Чаще всего наблюдается образование различного рода скоплений. Однако если особи в популяции обладают тенденцией образовывать группы определенной величины (например, пары у животных или вегетативные клоны у растений), то распределение самих групп может оказаться более близким к случайному или даже равномерному. Выяснение типа распределения важно при выборе метода взятия проб.

При малой выборке из популяции с групповым распределением будут получены либо слишком низкие, либо слишком высокие величины плотности в пересчете на всю популяцию. Таким образом, при изучении популяций с групповым распределением необходимо более тщательное планирование эксперимента, а число выборок должно быть большим, чем в случае, если распределение не групповое.

Случайному распределению соответствует нормальная, или колоколообразная, кривая, на которой основаны стандартные статистические методы. Распределение такого типа можно ожидать в природе в тех случаях, когда на популяцию одновременно воздействуют многочисленные, но слабые факторы.

Если же, как это обычно бывает, преобладает лишь несколько основных факторов (вспомните принцип лимитирующих факторов) или если у растений и животных наблюдается сильная тенденция к образованию скоплений для (или вследствие) размножения и других целей, то вряд ли следует ожидать полностью случайного распределения. Однако встречаемые иногда в природе неслучайные или «контактные распределения можно рассматривать как результат случайного распределения групп, содержащих разное число особей, или же группы могут быть распре делены равномерно (или по крайней мере не совсем случайно).

Динамика популяций

Рост популяций. Биотический потенциал видов. Рождаемость и смертность в популяциях. Связь плодовитости и уровня элиминации. Концепция и K- и r- стратегии жизненных циклов. Соотношение абсолютной и удельной рождаемости. Таблицы выживания. Основные типы кривых выживания и смертности. Чистая скорость размножения. Темпы роста популяций. Экспоненциальная и логистическая кривые роста. Плотность насыщения и емкость среды. Зависимость темпов роста популяций от плотности. Флюктуации численности популяций. Изменения возрастной структуры при флюктуациях.

Характер увеличения численности популяции может быть различным, и в связи с этим выделяют различные типы роста популяции. По форме кривых роста, построенных в арифметическом масштабе, можно выделить два основных типа: рост, описываемый J-образной и S-образной, или сигмоидной, кривой. Эти противоположные типы в соответствии с особенностями разных организмов и условий среды могут усложняться, модифицироваться или сочетаться различным образом.

В природных популяциях в непродолжительные периоды времени, когда пища имеется в изобилии, отсутствуют скученность, враги и т.д., нередко проявляется экспоненциальный характер роста. В таких условиях популяция в целом растет с огромной скоростью, хотя при этом каждый организм размножается с той же скоростью, что и раньше, а удельная скорость роста постоянна. «Цветение» планктона, упомянутое в предыдущих главах, вспышки численности вредителей, рост бактерий на свежей культуральной среде – служат примерами ситуаций, в которых рост может быть логарифмическим. Подобный характер изменений отмечается и для многих других явлений, например поглощения света, мономолекулярных химических реакций, роста сложных процентов. Очевидно, что экспоненциальный рост не может продолжаться очень долго, а часто и вовсе не реализуется. Взаимодействия с другими популяциями, а

также сопротивление внешней среды быстро снижают скорость роста и различным образом влияют на характер роста популяции.

Особенности размножения сильно влияют на рост популяции и другие ее характеристики. Естественный отбор может воздействовать на разные типы изменений жизненного цикла, что приводит к появлению адаптивных свойств. Так, давление отбора может изменить сроки начала размножения, не затрагивая общее число производимых потомков, или же отбор может влиять на продукцию, или «величину выводка», не меняя сроков размножения. Эти и многие другие аспекты динамики популяции можно выявить при анализе таблиц выживания.

При сигмоидной кривой типе роста популяция вначале увеличивается медленно (фаза положительного ускорения или становления), затем быстрее (возможно, приближаясь к логарифмической фазе), но вскоре под влиянием сопротивления среды (возрастающем в процентном отношении) рост постепенно замедляется (фаза отрицательного ускорения); в конце концов будет достигнуто равновесие, которое и сохраняется. Такой тип роста можно описать простым логистическим уравнением:

Гомеостаз популяций.

Плотностнозависимые явления в популяциях как механизм популяционного гомеостаза. Адаптивное значение жестких форм внутривидовой конкуренции и их распространение в природе. Самоизреживание у растений. Каннибализм у животных. Подавление продуктами метаболизма. Смягченные формы внутривидовой конкуренции. Территориализм как механизм снятия перенаселенности у животных. Роль расселительных миграций в регуляции численности популяций, физиологические изменения особей в связи с плотностью популяций. Стресс-реакция у млекопитающих. Фазовость у насекомых. Дифференцированная выживаемость и изменение половой и возрастной структуры популяций при разной плотности. Множественность механизмов популяционного гомеостаза. Плотностнозависимые явления и проблема управления численностью популяций.

Плотность популяции регулируется четырьмя параметрами:

рождаемостью - числом особей, родившихся за определенный промежуток времени. Этот промежуток устанавливается в соответствующем масштабе биологического времени. Для бактерий он может быть равен одному часу, для планктонных водорослей – суткам, для насекомых – неделе или месяцу, для крупных млекопитающих (включая человека) - году.

смертностью – числом особей, умерших за ту же единицу времени (неважно, своей смертью или погибших, например съеденных);

скоростью иммиграции особей – числом особей, появившихся в данной популяции из других популяций (за ту же единицу времени);

скоростью эмиграции особей – числом особей, покинувших данную популяцию за единицу времени.

Если пренебречь показателями иммиграции и эмиграции особей (их, как отмечалось, почти нет у растений), то можно оценить *мгновенную скорость роста популяции,* т.е. баланс между рождаемостью и численностью за единицу времени. У стабильных популяций мгновенная скорость роста равна нулю, у растущих - является положительным числом, у разрушающихся – отрицательным. Впрочем, даже у стабильных популяций продолжаются процессы циклических изменений численности

Регуляция численности на уровне ниже насыщающего осуществляется метеорологическими условиями и независимыми от плотности паразитизмом и хищничеством на нимфах этого насекомого, а также зависимым от плотности хищничеством птиц на взрослых особях. Иногда стабилизирующие процессы ослабевают; обычно это происходит под влиянием необычайно низких температур, вызывающих снижение относительной численности паразитирующих организмов, в результате чего плотность увеличивается выше контролируемого уровня (т. е. «ускользает» от контроля). Тогда происходит стремительный рост по J-образной кривой вследствие того, что 1) паразитизм на нимфах становится неэффективным из-за быстрого увеличения сверхпаразитов (паразитов, которые паразитируют на паразитах листоблошки) и 2) численность насекомоядных птиц растет медленнее, чем численность насекомых (вспомните значительные различия рождаемости у насекомых и птиц). Неограниченный какое-то время рост прекращается тогда, когда нимфы выедают всю пищу, а взрослые особи не находят более мест, пригодных для откладки яиц. Затем, когда деревья остаются без листьев, а популяции хищников (птиц и муравьев) и паразитов возрастают, происходит резкий спад численности листоблошек. Если их численность опускается ниже среднего уровня, то популяция опять попадает в зону действия механизмов регуляции, и ее численность в течение ряда лет, вероятно, будет небольшой.

ЛЕКЦИЯ 5. ТИПЫ СТРАТЕГИЙ

Первичные типы стратегий Раменского – Грайма, как r- и K-стратегии связаны отношениями трейдоффа, т.е. синдромы их адаптивных признаков альтернативны.

Тип C (от англ. competitor – конкурент) – *виолент,* «силовик», «лев». Это мощные организмы, затрачивающие большую часть энергии на поддержание жизни взрослых особей, интенсивность размножения низкая. Растения-виоленты – чаще деревья (бук, дуб), реже кустарники или

высокие травы (например, канареечник в прирусловой пойме рек умеренной полосы или тростник в дельтах южных рек полупустынной и пустынной зон), которые произрастают в благоприятных условиях (полное обеспечение водой, элементами питания, теплый климат) при отсутствии нарушений. Они имеют распростертую крону (или корневища, как у канареечника и тростника), за счет которой держат под контролем условия среды и полностью (или почти полностью) используют обильные ресурсы таких местообитаний. Виоленты всегда абсолютно доминируют в сообществах, и примесь других видов растений незначительна. В буковых лесах под пологом деревьев сумрачно и почти нет трав и кустарников. В зарослях тростника в дельте Волги биомасса доминанта составляет 99%, другие виды встречаются единично. При ухудшении условий (просыхание почвы, засоление и т.д.) или их нарушении (рубка леса, высокие рекреационные нагрузки, пожары, воздействие техники и т.д.) «львы» растительного мира погибают, не имея приспособлений для переживания действия этих факторов.

Тип S (от англ. stress-tolerant - устойчивый к стрессу) – *патиент,* «выносливец», «верблюд». Это разнообразные организмы, способные за счет специальных адаптации переживать сильный стресс. Растения-патиенты обитают при дефиците ресурсов или наличии условий, которые ограничивают их потребление (засуха, засоление, дефицит света или ресурсов минерального питания, холодный климат и т.д.). Не менее разнообразен арсенал адаптации растений к переживанию стресса дефицита элементов почвенного питания. Патиенты-олиготрофы имеют многолетние листья, питательные вещества из которых переходят в стебель перед их опаданием (пример - брусника). У сфагнового мха, обладающего способностью к бесконечному росту вверх, элементы питания постоянно перекачиваются из отмирающей части в живые стебли и листья. Патиентами являются почти все лишайники. Адаптации растений к дефициту света – более тонкие, темно-зеленые листья, в которых содержание хлорофилла выше, чем в листьях растений, обитающих в условиях хорошего освещения. Растения-патиенты не образуют сомкнутых сообществ, обычно их покров разрежен и число видов в этих сообществах небольшое. В некоторых сообществах патиенты сообитают с виолентами, занимая ниши под их густым пологом, например копытень в широколиственном лесу или мхи в еловом лесу.

Тип R (от лат. ruderis – сорный) – *эксплерент,* рудерал, «шакал». Эти организмы замещают виолентов при сильных нарушениях местообитаний или используют ресурсы в стабильных местообитаниях, но в периоды, когда они оказываются временно не востребованными другими видами. Большинство растений-эксплерентов – однолетники (реже – двулетники), образующие большое количество семян (т.е. виды-«пролетарии», в терминологии Маклиода, или г-страте-ги, по МакАртуру и Уилсону). Они способны формировать банк семян в почве (например, виды родов полынь, марь, лебеда) или имеют приспособления для распространения плодов и семян (например,

летучки - у одуванчика, бодяка или прицепки – у липучки и лопуха, плоды которых разносят животные и человек). Таким образом, растения-рудералы первыми начинают восстанавливать растительность при нарушениях. Семена одних видов уже имеются в почвенном банке, семена других быстро доставляются на место нарушения ветром или иными агентами. Эту важную для экосистем группу растений можно сравнить с «ремонтной бригадой», которая, как живица на пораненном стволе сосны, залечивает нанесенные природе раны.

К эксплерентам относятся и виды, которые периодически дают вспышки обилия в стабильных сообществах без нарушений. Это происходит в двух случаях: при обильных ресурсах, когда временно ослаблено конкурентное влияние постоянно обитающих в сообществах виолентов (весенние эфемероиды в лесах, которые развиваются до распускания листвы на деревьях); при постоянно ослабленном режиме конкуренции внезапно резко увеличивающемся количестве ресурса, который патиенты, постоянно присутствующие в сообществе, не могут освоить. В пустыне однолетники-эфемеры за короткий период вегетации после дождей покрывают поверхность почвы зеленым ковром.

ЛЕКЦИЯ 6. СООБЩЕСТВА

Понятие сообщества и биоценоза.

Биотоп. Системный подход в выделении сообществ. Принципиальные черты надорганизменных объединений. Классификация взаимосвязей организмов по их биоценотической значимости. Роль трофических и топических отношений для совместно обитающих видов. Характеристика сообщества. Видовой состав и разнообразие сообществ. Индексы видового разнообразия. Связь видового разнообразия с различными факторами среды и стадией развития сообществ. Значимость отдельных видов в биоценозе. Видовая структура сообществ и способы ее измерения. Видовое ядро биоценоза: доминантные виды и виды-эдификаторы. Трофическая сеть. Блоки видов. Понятие о консорциях.

Совокупность совместно обитающих видов (без условий среды) называется биоценозом. Этот научный термин был предложен К. Мебиусом в 1877 г. После введения в научный обиход понятия «экосистема» в нем отпала необходимость, так как без условий среды биоценоз существовать не может. Совокупность видов, составляющих живое население экосистемы, можно называть биотой.

Пространственная структура сообществ.

Ярусность в фитоценозах. Синузии. Мозаичность и комплексность. Структура сообществ и их устойчивость. Концепция экологической ниши.

Взгляды Г. Хатчинсона и Ю. Одума. Ниша как гиперобъем. Потенциальная и реализованная ниши. Перекрывание ниш. Расхождение ниш в сообществе. Явление конкурентного высвобождения. Диффузная конкуренция. Проблемы границ в экологии сообществ. Соотношение дискретности и континуальности.

Экологическая ниша - это совокупность экологических факторов – абиотических и биотических (включая ритмику их изменения) – необходимых для существования популяции в экосистеме. Корни понятия «экологическая ниша» теряются в работах зоологов начала XX столетия. Первым его использовал Дж. Гринел (1914), который понимал под нишей пространство, занимаемое видом в экосистеме (хотя термин «экосистема» в то время еще не был предложен). Спустя 13 лет Ч. Элтон (1927) использовал понятие «экологическая ниша» для обозначения способа питания вида, т.е. его места в пищевых цепях.

Однако наиболее полное представление о нише связано с именем Дж. Хатчинсона (1957), который рассматривал как экологическую нишу всю сумму связей вида с абиотическими и биотическими факторами. По Ю. Одуму (1986), экологическая ниша – это «профессия вида в экосистеме» (т.е. из какого сырья он производит органическое вещество, где он работает, каков его рабочий график и кто принимает его продукцию для дальнейшей переработки).

Поскольку число факторов, определяющих нишу, велико, Хатчинсон предложил «n-мерную модель». В этой модели каждому фактору среды соответствует одна ось абстрактного гиперпространства, т.е. пространства с числом осей больше трех (как в физическом пространстве). И в этом гиперпространстве каждый вид, представленный популяцией, занимает определенный гиперобъем. Гиперобъемы ниш разных видов перекрываются, но не совпадают. Общее число осей гиперпространства ниш определить трудно, и потому в практической деятельности экологи оценивают экологическую нишу по 1-3 осям-факторам, наиболее важным для данного вида. Обычно в качестве таких осей используются ведущие (лимитирующие) экологические факторы.

В литературе описаны десятки примеров разделения (дифференциации) экологических ниш популяциями разных видов по одному из факторов среды. Так, к примеру, два вида морских желудей *(Chthamalus stellatus* и *Balanus balanoides)* у побережья Шотландии по разному распределены на литорали: первый вид обитает в ее нижней части при более длительном затоплении, а второй - в верхней при более кратковременном затоплении. Ведущей осью разделения экологических ниш является продолжительность затопления. Гиперобъем ниш, разумеется, включает и другие факторы, но для объяснения различий распространения видов оказалось достаточным изучить разделение ниш всего по одной оси – ведущего фактора.

Для понимания значения разделения экологических ниш в организации сообществ и экосистем большую роль сыграли эксперименты с

инфузориями русского эколога Ф. Гаузе в 30-х годах XX в. Гаузе сформулировал принцип, получивший впоследствии его имя: «Два вида не могут сосуществовать, если они занимают одну экологическую нишу». (Один из них должен погибнуть либо уйти в другую экологическую нишу). Принцип Гаузе («конкурентное исключение») в природе действует редко. Поскольку число особей у экологической ниши достаточно велико, то сосуществование видов может быть связано с различиями отношений к одному из второстепенных факторов. Сосуществованию видов способствуют флюктуирующие ресурсы, третий вид, который сдерживает рост конкурирующих популяций, и мозаичность местообитания. Во многих случаях одну и ту же нишу поочередно могут занимать несколько видов вследствие «лотереи». Нишу захватывает тот вид, который придет первым. После его гибели эту нишу может занять другой претендент, потом третий и т.д. В фитоценологии такую ситуацию описывает «модель карусели».

ЛЕКЦИЯ 7. ЭКОСИСТЕМЫ

Понятие экосистемы (А. Тэнсли) и биогеоценоза (В.Н. Сукачев). Отличия экосистемного и популяционного подходов в экологии. Основные элементы экосистем, обеспечивающие биологический круговорот. Функциональные блоки организмов в экосистеме: продуценты, консументы и редуценты. Потоки вещества и энергии в экосистемах. Пищевые цепи, трофические уровни. Отличия понятий пищевая цепь и пищевая сеть. Пастбищная и детритная пищевые цепи. Расход энергии в цепях питания. Законы экологических пирамид. Продукционные и деструкционные блоки экосистем. Деятельность редуцентов и деструкторов. Интенсивность биологического круговорота и устойчивость экосистем в связи с работой деструкционного блока. Автохтонное и аллохтонное органическое вещество в экосистемах. Потоки вещества в разных типах экосистем. Продукционные процессы в экосистемах. Понятие первичной, вторичной, валовой и чистой продукции. Биомасса и ее энергетический эквивалент, факторы, лимитирующие продукцию на суше и в водоемах. Продуктивность разных биомов. Распределение первичной продукции на Земле.

При узком (традиционном) понимании к экосистемам относятся только такие совокупности организмов и условий среды, в которых имеется режим саморегуляции: естественные леса, озера, массивы болот, моря и т. д. Если эти экосистемы нарушить (разумеется, до определенного предела), то они восстановят себя, если не в прежнем составе, то во всяком случае в близком к прежнему. Узкий объем понятия экосистемы первичен и уходит корнями в представления А. Тенсли.

При широком понимании (Одум, 1986) к экосистемам относятся любые совокупности взаимодействующих организмов и условий среды их

обитания вне зависимости от того, имеется в них механизм саморегуляции или нет. В этом случае как экосистема может быть рассмотрен город, сельскохозяйственная ферма, лесопосадка, кабина космического корабля и т.д. В учебнике принято широкое понимание экосистемы, как более удобное.

Экосистема не имеет территориального ранга. К числу экосистем могут быть отнесены: муравейник, овраг, озеро, горный хребет, Тихий океан, евроазиатский материк, биосфера. Возможно построение иерархии экосистем: внутри крупной экосистемы могут быть выделены экосистемы более низких рангов. К примеру, в черте городской экосистемы выделяются экосистемы селитебной территории, лесопарка, крупных предприятий.

Следует специально остановиться на соотношении понятий «экосистема», «биогеоценоз» и «ландшафт», которые имеют «параллельное хождение» в науке и их объем перекрывается. Понятие «биогеоценоз» в 1942 г. было предложено В.Н. Сукачевым первоначально в противовес понятию «экосистема», которое в соответствии с менталитетом науки этого времени считалось буржуазным. Однако со временем стало очевидно, что понятие «биогеоценоз» не может заменить понятие «экосистема». Если «экосистема» – понятие безранговое, то «биогеоценоз» имеет определенный ранг: это однородный участок наземной (но не водной!) экосистемы, границы которого проведены по границам фитоценоза, выступающего в роли маркера этой единицы.

Географический ландшафт также соответствует экосистеме определенного ранга – достаточно крупному однородному географическому единству (с одним типом рельефа и климата, закономерным сочетанием почв и растительности), в пределах которого выделяются более дробные экосистемные единицы – урочища («подландшафты») и фации (соответствуют биогеоценозам). Определенным рангом экосистемы является и широко используемое в отечественной географии понятие «природно-территориальный комплекс» (ПТК).

Несмотря на то, что в составе экосистемы могут быть тысячи видов, по функциональной роли эти виды можно объединить в ограниченное число функциональных типов - продуцентов, консументов и редуцентов, которые различал еще А. Лавуазье (без использования этих терминов). Эти типы хрестоматийны, и потому ограничимся их краткой характеристикой.

Продуценты – это автотрофы, т.е. организмы, синтезирующие органические вещества из неорганического углерода.

Продуценты-фотоавтотрофы – растения. Кроме того, в океане важную роль также играют цианобактерии. Фотоавтотрофы осуществляют фотосинтез из углекислого газа и воды с выделением кислорода, используя солнечную энергию. В состав этой разнообразной группы организмов входят гиганты, подобные секвойе и эвкалипту, и микроскопические планктонные водоросли, являющиеся основными продуцентами водных

экосистем. Цианобактерии кроме того, способны фиксировать атмосферный азот.

Продуценты-хемоавтотрофы – серобактерии, метанобактерии, железобактерии, бактерии-нитрификаторы и др.- для синтеза органических веществ используют химическую энергию окисления неорганических соединений. Эти организмы являются продуцентами экосистем в гидротермальных оазисах рифтовых зон океана и в экосистемах подземных вод на глубине до 3–5 км, где играют важную роль в биогеохимическом преобразовании земной коры. К этой же группе относятся почвенные бактерии-нитрификаторы, которые окисляют аммоний и нитриты.

Консументы – это организмы, которые используют готовое органическое вещество в живом или мертвом состоянии. Этот блок включает следующие функциональные группы:

Фитофаги – растительноядные организмы. Эта разнообразная группа в наземных экосистемах включает самые разные таксоны - от насекомых (например, термитов, которые являются основными фитофагами в тропических лесах) до крупных млекопитающих, подобных лосю, жирафу и слону. В водных экосистемах основными фитофагами являются мелкие организмы зоопланктона (так называемый растительноядный планктон).

Зоофаги – хищники. Как и фитофаги, зоофаги варьируют от крупных (лев, волк) до микроскопических (рачки зоопланктона). Хищники разделяются на типичных хищников, которые убивают жертву (например, волк или сокол), и хищников с пастбищным типом питания, которые, не убивая жертву, используют ее длительное время (например, оводы, слепни).

Паразиты – организмы, длительное время живущие внутри или на теле другого организма – хозяина и питающиеся за его счет.

Симбиотрофы – микроорганизмы (грибы, бактерии, одноклеточные простейшие), которые связаны отношениями взаимовыгодного сотрудничества с растениями или животными (грибы микоризы, клубеньковые бактерии бобовых, бактерии и простейшие (амебы) пищеварительного тракта млекопитающих, включая человека). Они питаются прижизненны - ми выделениями организмов (у растений) или участвуют в пищеварении (у животных).

Детритофаги – это животные, питающиеся детритом (мертвыми тканями растений и животных или экскрементами).

Редуценты (деструкторы) – это бактерии и грибы, которые в ходе жизнедеятельности превращают органические остатки в неорганические вещества, обеспечивая возвращение содержащихся в них элементов в почвенный раствор или воду (в водных экосистемах), откуда они повторно потребляются растениями. Благодаря редуцентам в атмосферу возвращается большая часть углекислого газа, потребленного в процессе фотосинтеза, а также образуется метан при анаэробном разложении органического вещества в условиях повышенной влажности. Разделение организмов,

питающихся мертвым органическим веществом (сапротрофов), на детритофагов и редуцентов условно. Так, до 40% бактерий водных экосистем, образующих бактериальный планктон, поедается в живом состоянии, т.е. являются не редуцентами, а детритофагами. Они не поставляют ресурсы для растений, а сами являются пищевым ресурсом для консументов следующего трофического уровня (т.е. с них начинаются детритные пищевые цепи). Животные-детритофаги, размельчая органические остатки, облегчают «работу» редуцентов и тем самым участвуют в процессе разложения органического вещества. Наконец, любой детритофаг является еще и «хищником», поскольку, по словам М. Бигона, "питается сухим печеньем, намазанным арахисовым маслом» (потребляет мертвое органическое вещество вместе с поселившимися на нем живыми бактериями).

Динамика экосистем.

Циклические и направленные изменения в экосистемах. Экологические сукцессии. Их причины и механизмы. Отличия экзогенных смен и экологических сукцессий. Масштабы сукцессионных процессов. Сериальные и климаксовые сообщества в сукцессионных рядах. Вещественно-энергетические характеристики сообществ на разных стадиях сукцессии. Видовое разнообразие и структура сообществ в сериальных и климаксовых экосистемах. Проблема устойчивости и продуктивности экосистем в связи с антропогенным прессом.

Экосистемы постоянно меняются, причем в разных «биологическом времени» и «биологическом пространстве». При этом одновременно под влиянием самых разных причин в любой точке экосистемы происходят изменения, накладывающиеся друг на друга. Ситуация напоминает траекторию движения молекулы в колбе лабораторной мешалки, в которой разбалтывается смесь почвы и воды. Молекула совершает броуновское движение, вместе с колбой - колебательное, «встряхивательное» в мешалке, движется вместе с планетой при ее вращении вокруг своей оси и совершает полет вокруг солнца, путешествуя в галактике вместе с солнечной системой, и т.д. Кроме того, в этот сложный тренд изменения положения молекулы могут встраиваться ее движения в связи с подъемами и опусканиями уровня суши, местными колебаниями поверхности почвы вследствие прохождения тяжелой техники и т. д.

По этой причине, чтобы разобраться в общих закономерностях динамики экосистем, необходимо расчленить все компоненты изменений под влиянием разных факторов и рассмотреть их порознь в разных «биологическом пространстве» и «биологическом времени».

Следует сделать одно важное предварительное замечание. Мы уже отмечали, что полностью пересчитать все виды, входящие в состав

экосистемы, при реальных затратах времени не удается. Именно поэтому экологи понимают экосистемы как явления в первую очередь функциональные, оценивают их продуктивность, круговороты веществ, закономерности перехода энергии по пищевым цепям и т.д. По этой же причине никто никогда не пытался изучить динамику экосистем с учетом всех входящих в их состав видов. Чаще всего о динамике наземных экосистем судят по изменению состояния ее автотрофного блока - совокупности растительных сообществ (или одного растительного сообщества), априори полагая, что эти изменения индицируют и перестройку всей гетеротрофной биоты экосистемы в соответствии с принципом «разнообразие порождает разнообразие». Связь гетеротрофной биоты с растениями при этом может быть прямой – они питаются этими растениями, и косвенной - состав растительного сообщества отражает состояние условий среды, которые влияют на состав консументов и редуцентов (влажность почвы, содержание в воде кислорода, реакция среды и т.д.).

Динамика экосистем обычно изучается по такой схеме:

а) выявление динамики растительных сообществ с выделением стадий этой динамики как некой «канвы» для изучения изменения гетеротрофных компонентов экосистемы;

б) изучение динамики гетеротрофной биоты. При этом исследуется динамика либо наиболее важных видов (редких или ресурсных с целью их охраны или рационального использования), либо крупных таксономических групп – птиц, рыб, млекопитающих, отдельных групп насекомых.

Динамика растительных сообществ – это один из наиболее развитых разделов современной науки о растительности. Именно поэтому, рассматривая динамику экосистем, мы в значительной мере будем опираться на теоретические разработки этой науки.

Все изменения можно разделить на два больших класса, впрочем, тоже связанных плавным переходом: циклическая динамика и векторизованные (направленные) изменения.

Циклические изменения – это изменения состава, структуры и функций экосистемы вокруг некоторой средней величины, соответствующей состоянию экологического равновесия. При экологическом равновесии в экосистеме: состав видов сохраняется постоянным (хотя часть из них периодически находится в покоящемся состоянии или отсутствует в результате миграции); продукция автотрофов полностью перерабатывается гетеротрофами (суммарная продукция биоценоза равна его суммарному дыханию), хотя часть ее может временно переходить в детрит; круговороты веществ замкнуты: сколько какого-то элемента израсходовано организмами, столько и возвращено обратно.

Если какое-то количество веществ покинуло экосистему (при «фоновой» эрозии почв, внутрипочвенном стоке, за счет денитрификации, испарения и т.д.), то оно компенсируется поступлением веществ в

экосистему извне (идет процесс выщелачивания материнских пород, биологическая фиксация азота, выпадают осадки и т.д.).

Направленные (векторизованные) *изменения* - это изменения состава и функциональных параметров экосистемы. По своей природе они могут быть подразделены на три основных типа.

Нарушения – резкие изменения состава и функции экосистемы под влиянием внешнего фактора - при землетрясении, селевом потоке, пожаре, наводнении, распашке, вырубке леса, разливе нефти и т.д. Различные нарушения охватывают разное биологическое пространство: от нескольких квадратных метров (разлив небольшого количества нефти, вырубание одного или нескольких деревьев) до десятков квадратных километров (крупные пожары).

В зависимости от фактора, вызвавшего нарушение, и особенностей (устойчивости) экосистемы результат может быть разным, причем настолько, что трудно делать какие-либо обобщения о реакции экосистем на нарушения.

Автогенные сукцессии – постепенные изменения экосистемы под влиянием жизнедеятельности ее биоты, при которых меняются состав видов и функциональные параметры экосистемы в направлении формирования равновесного с климатом устойчивого состояния - климакса. В зависимости от того, возрастают или убывают в ходе сукцессии биологическая продукция, запас биомассы, видовое богатство, они подразделяются на *прогрессивные* и *регрессивные.*

Аллогенные сукцессии – изменения экосистем под влиянием внешнего по отношению к ним фактора. Эти сукцессии продолжаются до тех пор, пока действует внешний фактор. Как только его действие прекратится, начнется вторичная восстановительная сукцессия.

Эволюция экосистем. Эти изменения также постепенны, как и сукцессии, но отличаются результатом – возникают новые ансамбли видов, которых в природе еще не было. Такие изменения экосистем могут быть природными и антропогенными. Природная эволюция протекает в геологическом масштабе времени. В настоящее время она почти полностью подавлена *антропогенной эволюцией* экосистем.

Ф. Клементе считал, что все сукцессии развития экосистем в направлении климакса подчиняются одной модели: улучшаются условия для жизни биоты, а потому возрастают биологическая продукция и видовое богатство экосистемы. Современные экологи различают не менее трех моделей сукцессий:

- *модель благоприятствования,* соответствующая представлениям о сукцессии Клементса: продуктивность и видовое богатство в ходе сукцессии возрастают вплоть до стадии климакса. Классический пример такой сукцессии - зарастание скал, где последовательно сменяют друг друга стадии

цианобактерий и водорослей, накипных лишайников, кустистых лишайников и мхов, трав, кустарников и деревьев;

- *модель толерантности,* при которой условия ухудшаются, пример – превращение низинного болота в верховое. В ходе этой сукциссии происходит ухудшение условий минерального питания, поэтому снижаются продуктивность и видовое богатство. Ухудшаются условия для жизни биоты при восстановительной сукцессии на богатых субстратах: первым растениям-поселенцам достается больше ресурсов минерального питания и света, чем вторым и третьим, которые должны обеспечивать себя ресурсами в условиях возрастающей конкуренции;
- *модель ингибированш,* при которой появляется «ключевой» вид (или гильдия ключевых видов), блокирующей дальнейшие изменения. В результате происходит остановка сукцессии и она не доходит до стадии климакса. Например, на лесных гарях в Шотландии кукушкин лен блокирует поселение деревьев, в пустынях Средней Азии поселению кустарников и саксаула препятствует корка, которую образуют цианобактерии, водоросли и некоторые мхи. Восстановление прерии в Северной Америке блокируется разрастанием заносных европейских злаков-однолетников, в первую очередь Костром кровельным. В ходе сукцессии может происходить смена модели благоприятствования моделью толерантности: на первых стадиях условия улучшаются, а по мере приближения к климаксу – ухудшаются.

ЛЕКЦИЯ 8. БИОСФЕРА

Понятие биосферы.

В.И. Вернадский. Структура биосферы. Энергетический баланс Земли. Водный баланс в биосфере. Климат и геофизические механизмы, обеспечивающие его устойчивость. Циркуляционная и экранирующая роль атмосферы. Географическая зональность и вертикальная поясность. Основные биомы Земли. Биосфера как глобальная экосистема. Живое вещество на Земле, его состав, распределение и основные геохимические функции. Биокосные тела биосферы. Экологическое значение почвенного покрова. Роль почвы в продукционных процессах. Роль почвенных микроорганизмов в изменениях состава атмосферы. Принципиальная роль живых организмов в создании и поддержании биосферы. Глобальный биологический круговорот вещества и основные биогеохимические циклы. Биологическая продуктивность суши и океана. Продукционная и регуляторная функции биосферы как основа жизнеобеспечения человечества.

Истоки представлений о биосфере уходят в работы А. Лавуазье, Ж.Б. Ламарка и А. Гумбольдта, однако термин «биосфера» предложил австрийский ученый Э. Зюсс в 1875 г. Этим термином он обозначил одну

из оболочек Земли – пространство, в котором есть жизнь. Целостное учение о биосфере создал русский ученый В.И. Вернадский (1926), обосновавший геологическую преобразующую роль живых организмов. Они являются основной геологической силой, которая создала биосферу и поддерживает ее состояние в настоящее время. К понятию «биосфера» близко понятие «гея» (от греч. Гея – богиня Земли), которое в 70-х годах XX столетия предложил английский ученый Дж. Ловелок. Кроме биосферы Зюсс выделил еще три оболочки сферу, гидросферу и литосферу.

РАЗДЕЛ II. СОЦИАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ

ЛЕКЦИЯ 1. ВВЕДЕНИЕ. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ИСТОРИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

Человек как биосоциальный вид. Общеэкологические и социальные особенности человека. Человек в системе животного царства. Сходство и отличия человека и других животных. Экологическая история человечества, как преобразование экологических связей древних гоминид в экосоциальные связи современного человечества.

Возникновение и последующее развитие социальной экологии явились естественным следствием все более возрастающего интереса представителей различных гуманитарных дисциплин – социологии, экономической науки, политологии, психологии и др., - к проблемам взаимодействия человека и окружающей среды.

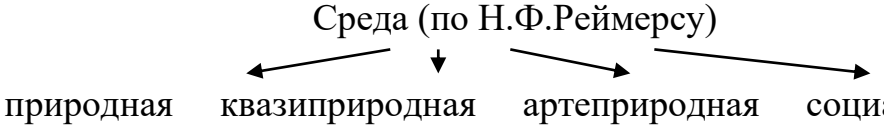
В узком смысле «Социальная экология» - это наука о взаимодействии человеческого общества с окружающей средой. В широком смысле это наука о взаимодействии отдельного человека и человеческого общества с природной, социальной и культурной средами.

Задачами Социальной экологии являются: изучение влияния среды обитания как совокупности природных и общественных факторов на человека, а также влияние человека на ОС, воспринимаемую как рамки человеческой жизни; выявление общих законов функционирования и развития общественных систем; изучение влияния природных факторов на процессы социально-экономического развития и поиска способов управления действием этих факторов.

Современная наука видит в Человеке прежде всего биосоциальное существо, прошедшее в своем становлении длительный путь и выработавшее сложную социальную организацию. Выйдя из животного царства, Человек и поныне остается одним из его членов.

Среда человека и ее элементы

Совокупность условий, в которых живут современные люди, намного шире обычного понимания экологической среды. Окружающая человека среда кроме общих для всех наземных животных факторов включает в себя еще созданную самим человеком материальную и социальную среду.



Определение среды человека есть в документах ООН и в правовых положениях некоторых стран. В Стокгольмской Декларации 1972г. говорится:

человек является одновременно продуктом и творцом своей среды, которая дает ему физическую основу для жизни и обеспечивает интеллектуальное, моральное, общественное и духовное развитие. Поэтому для человеческого благосостояния и осуществления основных прав людей, включая и право на жизнь, важное значение имеют два аспекта – природная среда и та, которую создал человек.

Пищевые связи. Пища как энергетический ресурс жизнеобеспечения. Основные способы получения пищи наземными позвоночными животными: собирательство и охота. Использование орудий животными для добывания пищи; особенности пищедобывательной деятельности приматов.

Информационные связи. Обмен информацией между животными, способы ее передачи (акустические, визуальные, химические и др.); конкретное содержание информационных сигналов у животных; ограниченность дистанции действия информационных сигналов у наземных позвоночных животных; простейшие способы их фиксации. Роль информационных связей в обеспечении согласованных (социальных) действий животных в семье и стае. Специфика информационных связей человекообразных обезьян.

Территориальные связи. Разные формы территориальных связей в целях оптимизации использования пищевых и других ресурсов; территориальность и подвижность. Преобразование среды обитания животными: временной и пространственный аспекты. Экологическая емкость среды и ее пределы; среда обитания человекообразных обезьян.

Использование орудий, как добавочное "оснащение" кормодобывающей деятельности.

Реконструкция истории формирования орудийной деятельности первобытных людей. Специализация орудий труда и охоты, способы их изготовления. Повышение эффективности трофической и защитной деятельности через добавочное "техническое" оснащение природных органов и свойств, обеспечивающих добывание пищи и защиту от врагов. Строительство укрытий и жилищ; их роль в укреплении социальных связей.

Использование огня, как добавочного источника энергии. Реконструкция истории освоения природного огня предками человека; способы получения и поддержания. Использование огня для повышения эффективности усвоения пищи и защиты от неблагоприятных факторов среды. Энергия огня, как средство расширения экологической емкости

среды обитания первобытных людей. Очаг, как центр укрепления социальных связей.

Пищевые связи и формирование социальной наследственности. От экологического к социальному способу обеспечения пищей: от собирательства и охоты к культивированию и переработке продовольствия. Общественные формы добывания, обработки и потребления пищи, как начальный этап становления социальной наследственности (согласованность действий, передача индивидуального и накопление общественного опыта). Значение альтруизма в формировании системы обучения.

Информационные связи и формирование социальной наследственности человечества. Кодирование информации, как генеральное направление ускоренного развития информационных связей. Фиксация информационных сигналов и их накопление, как материальная основа ускоренного формирования социальной наследственности. Современные информационные связи, как материальная основа социальности, обеспечивающей согласованность действий глобальной популяции человека.

Территориальные связи и блокировка внутривидового формообразования человека. Перемещения гоминид, как средство образования единого общемирового ареала человечества. Преодоление естественных преград (моря, горы, пустыни и т.п.) благодаря развитию транспорта, как средство устойчивого поддержания единого общемирового генофонда человечества. Нарастающие скорости и масштабы перемещений, как радикальное средство предотвращения внутривидового формообразования (выделения подвидов и т.п.).

Энергетическое обеспечение социально-экологических связей человечества. Использование добавочной энергии для радикального увеличения производства продовольствия. Использование добавочной энергии для преобразования природных материалов (обработка дерева и камня, плавка металлов, изготовление металлических изделий и т.п.). Использование добавочной энергии при строительстве жилищ; возникновение и развитие поселений. Смена источников добавочной энергии; формирование техносферы.

Социальное расширение экологической емкости среды обитания человечества. Социальное снятие или ослабление действенности экологических ограничителей роста численности человечества (хищники, болезни, дефицит пищи, абиотические факторы и т.п.), как эффективное средство социального расширения экологической емкости среды его обитания.

Взаимоотношения общества и природы в истории цивилизации

Интересно проследить, как складывались взаимоотношения природы и общества. Основываясь на представлениях о хозяйственной деятельности человека, можно выделить 4 эпохи взаимоотношений человека и природы.

1. Эпоха охотничье-собирательской культуры.

Люди в этот период занимались охотой и собирательством. В своем мышлении первобытный человек целостно воспринимал мир и ощущал себя частью природы.

2. Аграрная культура. Охватывает всю эпоху, когда основой материального производства были земледелие и скотоводство.

Отношения общества и природы в данный период объяснялись исключительно библией, повествующей о том, что Бог дал человеку всю землю и всех ее обитателей в полное и безраздельное владение

3. Индустриальное общество. В это время (во второй половине VIII века) возникает и начинает быстро развиваться крупная машинная индустрия, что сказалось на повышении уровня жизни и увеличении численности населения.

4. Постиндустриальное общество. Сегодня практически осуществляется переход к главенству производства информации, знаний и гармонизации на этой основе взаимоотношений человека и природы.

Еще Ф. Бэкон считал, что увеличение могущества человека невозможно без подчинения естественным законам. Эти представления были конкретизированы и развиты в получившей в XX веке широкое распространение и признание концепции ноосферы (здесь рассматривается вклад Э. Леруа, В.И. Вернадского, Т. Шардена Н.Н. Моисеева, В.П. Казначеева в изучение проблемы ноосферы).

ЛЕКЦИЯ 2. ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

На протяжении многих тысячелетий население мира росло чрезвычайно медленно. Значительная часть стремительного прироста населения приходится на период, составляющий менее 0,1% всей истории человеческого рода.

Быстрый рост населения провоцирует обострение экологических и социальных проблем, такие как дефицит продовольствия, возникновение и распространение инфекционных заболеваний, уменьшение запасов воды, разрушение природных экосистем и синергетическое взаимодействие этих факторов, возникает проблема перенаселенности.

Что происходит с качеством людей при столь большом их количестве и быстром росте населения? Продолжается ли прогрессивная эволюция человечества как биологического вида? Насколько человечество,

изменяя свои свойства, влияет само на себя, изменяя природу и качество окружающей среды? С этими вопросами связана оценка экологического потенциала выживания и развития человечества. Рассматриваются три главных критерия – здоровье, одаренность, воспитанность.

Проблемы качества генофонда человечества. Демографический процесс, как отражение фундаментального философского противоречия в системе "настоящее - будущее", которое проявляется в характере реализации одного из самых фундаментальных свойств живого - стремления к генетическому и (в отношении человека) социальному бессмертию, к продолжению себя во времени и пространстве. Перспективы разумной корректировки этих процессов и, тем самым, оптимизации демографического развития стран и регионов, населения Земли в целом.

Демографическое поведение - это действия, связанные:

с воспроизводством населения (брачное, репродуктивное поведение);

с миграцией населения (миграционное поведение);

с отношением к своему здоровью (самосохранительное поведение).

Демографические сдвиги всегда были естественной реакцией населения на изменение экологических, социальных и политических условий жизни общества.

В настоящее время ежегодный прирост населения на Земле достигает 70-80 млн. чел. С начала XX века население на планете увеличилось примерно в 2,5 раза.

Расселение людей по поверхности Земли с первых шагов становления человечества лимитировалось природной средой. Территория, где селились люди (род, община) должна была иметь достаточные запасы пищи, и воды, удобное стратегическое положение, благоприятный климат, иметь подходящие условия для сооружения жилища и т.д.

По мере роста населения Земли таких мест оставалось все меньше, из-за них вспыхивали жестокие столкновения и войны, в результате побежденные вынуждены были осваивать менее благоприятные , а иногда и вовсе неблагоприятные для привычного образа жизни районы. Массовые миграции людей происходили и в связи с резкими колебаниями климата. В результате (под влиянием исторических и природных катаклизмов) были освоены тундра, северная тайга, высокогорья, пустыни, за приспособление к которым люди заплатили жизнью многих своих сородичей, прежде чем достигли высокого уровня адаптации к экстремальным условиям.

Адаптация к условиям среды

Человек как биологический вид приспособлен к той естественной среде, в которой происходила его эволюция. Результатом этой эволюции явилось все многообразие наследственно обусловленных адаптивных признаков: анатомо-морфологических, биохимических, физиологических,

поведенческих (психофизиологических).

К числу адаптивных признаков относится и полиморфизм - разнообразие популяций человека, что обеспечивает его жизненность в нормальных и экстремальных социально-экологических условиях.

Человечество как биологический вид состоит из большого числа популяций, изолированных в разной и быстро изменяющейся степени. Усиливается тенденция к панмиксии - смешению и превращению человечества в глобальную популяцию. Урбанизация, мобильность и образ жизни современного человека разрушают генетическую изоляцию, свойственную для естественного состояния популяций.

Человеческие популяции проявляют определенную реактивную изменчивость в соответствии с влиянием окружающей среды. У разных рас и народов, живущих в сходных условиях формируются сходные морфофункциональные особенности - иными словами формируется адаптивный тип, который не зависит от расовой и этнической принадлежности - это лишь одна из форм приспособительной реакции человека.

С точки зрения истории развития человечества тропический тип считается более древним от которого с расселением образовались пять типов: высокогорный, умеренный, континентальный, аридный и арктический.

Для населения внетропических широт характерно увеличение массы и плотности тела, усиление метаболизма и изменение с этим физиологических признаков. Замедленные темпы энергетики характерны для тропических широт, повышенные - для внетропических.

В тропическом выделяют - хумидный, высокогорный, аридный, саванный адаптивные типы.

Во внетропическом - сходные адаптивные типы - арктический и горный, континентальный и аридный, и умеренный.

Рассмотрим некоторые адаптивные типы:

Жители тропических широт - Имеют пониженный уровень метаболизма, достигаемый уменьшением мышечной массы тела, понижением концентрации АТФ, сокращением синтеза эндогенного холестерина. Характерно увеличение концентрации медленно мигрирующих белков - трансферринов- связанных с понижением основного обмена. В тропических широтах - более интенсивное потоотделение.

Высокогорные популяции - наиболее характерная особенность высокогорных популяций по сравнению с жителями равнин оказывается больший размер грудной клетки, увеличение медуллярной плотности костей и уменьшение площади занимаемой компактным веществом кости. Это связано с кроветворной активностью костного мозга в условиях высокогорной гипоксии. Замедление темпов роста в детстве и юношестве

(влияние гипоксии, препятствующей эффективному усвоению пищи в кишечнике и недостаток йода). Если жители равнин в детском возрасте переселяются в горы происходит увеличение емкости легких, а у взрослых, даже адаптировавшихся к горным условиям увеличения емкости легких не происходит.

Отмечается более быстрый переход гемоглобина в оксигемоглобин в условиях кислородной недостаточности у коренных жителей высокогорья по сравнению с пришлым населением.

Жители крайнего севера - (саомы, ненцы, чукчи, эскимосы) - имеют при небольших габаритах относительно большой вес, обхват груди. талии, ягодиц, велико развитие обезжиренной массы тела, относительно высокая плотность тела и высокий уровень минерализации скелета, почти полное отсутствие астенического типа телосложения, цилиндрическое строение грудной клетки (в отличие от умеренных широт, где велик процент уплощенной и конической грудной клетки). Увеличение грудной клетки связано с гипоксическим синдромом. Более толстые по периметру кости, большой костномозговой канал, высок в крови уровень холестерина (но не бывает атеросклероза как у европейцев), дефицит аскорбиновой кислоты и нарушение витаминного обмена при низких температурах. Высокая вентиляционная способность легких, повышенное содержание гемоглобина, повышенная способность к окислению жиров, высокая стабильность терморегуляторных процессов и уровня метаболизма.

Жители аридных зон, пустынь - в пустынях климат отличается значительным своеобразием, они являются одной из экстремальных зон обитания человека (на солнце, например, термическая нагрузка для обнаженного человека в 3-4 раза больше, а для одетого в 2-4 раза больше, чем в тропиках). Перегрев и обезвоживание - основные причины стрессовых ситуаций в организме при акклиматизации в условиях пустыни. Акклиматизация к жаре выражается в сохранении более низкой температуры, более замедленного пульса, более низкого потоотделения.

Большинство жителей тропических пустынь имеет сходство с жителями тропиков по строению тела, для них характерно понижение основного обмена, уровня холестерина, понижение абсолютной величины мускульной массы тела, удлиненная форма тела с небольшим весом, приводящая к увеличению удельной поверхности тела и к более интенсивной теплоотдаче путем испарения.

Климат внетропических пустынь отличается от пустынь тропической зоны холодной и бесснежной зимой (Каракум, Кызылкум, Гобби), В Гобби, например, зимой морозы достигают -40^0С. У жителей таких пустынь наблюдается укрупнение размеров тела, крупные размеры скелета, слабое развитие подкожного жира и мускулатуры, уплощенная грудная клетка, большой процент астенического типа телосложения, несколько большая относительная поверхность тела, низкий уровень

минерализации костей, понижение окислительных процессов, понижение артериального давления, повышение содержания гемоглобина. Черты, типичные для тропических пустынь, проявляются и во внетропических пустынях и главное отличие в адаптации к аридным условиям это увеличение веса у населения внетропических пустынь.

Жители умеренного климатического пояса - часто выступают как контроль для сравнения с другими адаптивными типами, Население умеренного климата по строению тела ближе к жителям тропиков, но шире плечи, таз и более плотное тело, теплопродукция тела выше, чем в тропиках и ниже, чем в Арктике. Процессы метаболизма тоже занимают промежуточное положение. В пределах этого типа более выражена изменчивость в морфофизиологических показателях в зависимости от этнических групп и географических условий обитания.

Несмотря на адаптивные типы представители основных больших рас имеют свои морфологические особенности (негроиды, европеоиды, монголоиды). У негроидов в детстве проявляется долихоморфия - они более длинноногие, у них уже таз и плечи. Противоположные соотношения характерны для монголоидов - относительная коротконогость, относительно более широкие плечи и таз (брахиморфный тип). Европеоиды по типу строения тела занимают промежуточное положение. По развитию подкожного жирового слоя монголоиды превосходят европеоидов и негроидов.

Кроме того, имеются свои особенности в городском и сельском населении. Городское население отличается более крупными размерами тела, более развитым жировым компонентом и большим процентом астенических конституционных типов. Для городского населения в большей степени характерно явления акселерации - ускорения процессов роста и умственного развития. Уровень смертности в XIX веке в европейских городах был выше, чем в сельской местности, В 20 веке наоборот отмечается снижение уровня смертности в городах.

ЛЕКЦИЯ 3. ПРОТИВОРЕЧИВОСТЬ РАЗВИТИЯ БИОСФЕРЫ И АНТРОПОСФЕРЫ И ГЛОБАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

Противоречивость развития биосферы и антропосферы и глобальные экологические проблемы. Качественные различия в принципах функционирования биосферы (бесконечный цикличный круговорот веществ) и техносферы (конечный линейный поток трансформируемых веществ) и темпах их развития (медленная эволюция биосферы и скачкообразное революционное развитие техносферы). Порождаемая этими принципиальными различиями внутренняя противоречивость в системе биосфера – антропосфера. Нарастающая напряженность в отношениях человечества и природы, как результат этой объективной

противоречивости, и порождаемые этим глобальные экологические проблемы. Пути их разумного решения и предотвращения коллапса в отношениях человечества и природы.

Кризисами, вызванными антропогенными воздействиями принято считать следующие:

Кризис перепромысла животных (кризис консументов). Произошел 10-50 тыс. лет назад в результате интенсивного развития охоты. Выход из кризиса был найден в ходе сельскохозяйственной революции, ознаменовавшийся переходом к производящему хозяйству.

Кризис примитивного поливного земледелия (кризис продуцентов). Он возник около 2 тыс. лет назад в связи с повышением производительности сельского хозяйства. Был вызван истощением плодородия почв. Решить проблему удалось в результате второй сельскохозяйственной революции, переходом к широкому освоению неполивных земель.

Кризис перепромысла растительного материала (кризис продуцентов). Произошел 150-350 лет назад. В ходе промышленной революции он заставил человечество начать интенсивное использование минеральных (ископаемых) источников энергии, что совместно с другими процессами вызвало дисбаланс в энергетических процессах биосферы.

Кризис физического и химического загрязнения биосферы (кризис редуцентов). Далее, 40-60 лет назад, в связи с развитием НТР начался и продолжается в настоящее время глобальный кризис, который уже не в состоянии справляться с разложением всего постоянно растущего «букета загрязнений».

Современный глобальный термодинамический (тепловой) кризис или энергетический кризис потребления. Кроме НТР, он вызван кризисом сознания и увеличением потребления, т.е. идеалы потребительства стали превалировать над прежними идеалами человечества.

Современная эпоха характеризуется нарастающей необходимостью соблюдения экологического императива, т.е. жесткого требования учитывать в хозяйственной деятельности человека природные экологические законы и ограничения и не превышать емкость среды.

Всемирная экологическая программа на XXI век. Экосоциальная стратегия выживания человечества. Альтернативные решения фундаментальной задачи продолжения существования человека во времени и пространстве: оптимизация отношений общества и природы на планете Земля или создание внебиосферных автономных систем искусственного жизнеобеспечения, эвакуации на внеземные тела части человечества и земного биологического разнообразия (космический "Ноев ковчег"). Программа-минимум: восстановление нормального функционирования дестабилизированной системы "природа - общество" и

подсистемы "биосфера - техносфера". Концепция устойчивого развития человечества и природы, роль экологического образования молодежи и экологического просвещения общества в целом в реализации Концепции. Программа-максимум: реальное обеспечение гарантии генетического и социального бессмертия человечества, совместимого с оптимальным развитием всего разнообразия земной жизни.

Многовековая жизнедеятельность человечества создала современную цивилизацию, которую называют как технической, так и цивилизацией потребления. Она характеризуется непрерывным ростом оснащенности техническими средствами и таким же ростом использования природных ресурсов планеты с помощью этих средств. Результатом являются растущая по экспоненциальному закону (с удвоением за каждые 35-40 лет) численность человечества и прогрессирующее загрязнение окружающей среды.

Однако, как показано уже Д. Форрестером (1971), рост показателей мировой динамики не может быть бесконечным. У современной технической цивилизации нет больше возможностей для стихийного развития по привычным законам экспоненциального роста. Существуют естественные пределы, заданные самой природой нашей планеты, невозобновимые ресурсы, площадь и продуктивность возделываемых земель, способность окружающей среды поглощать и регенерировать производимые человеком загрязнения.

Таким образом, жизнедеятельность человека привела к небывалой прежде кризисной ситуации с опасностями глобального масштаба. Ресурсы стихийного развития технической цивилизации, по последним прогнозам ученых, будут израсходованы к 30-40-м годам XXI века. И если человечество не изменит характера своей жизнедеятельности, то запредельно возросшая численность населения и необратимые изменения окружающей среды уже при жизни нынешней молодежи приведут к социальной и экологической катастрофе. Чтобы избежать этого, человечеству необходимо в кратчайшие сроки найти выход из сложившейся ситуации.

Согласно решениям Конференции ООН 1992 года выход нужно искать в «устойчивом развитии» с глобально управляемой жизнедея-тельностью.

К сожалению, все действия мирового сообщества по «защите экологии» (так чаще всего называют глобальные проблемы) пока что направлены на борьбу с последствиями развития технической цивилизации и не ориентируются на перспективу. Представления большинства населения об «устойчивом развитии» ограничиваются борьбой с загрязнениями, разработкой и внедрением «безотходных» технологий и «чистых» источников энергии.

Эти представления поддерживаются значительной частью политических деятелей и технически ориентированных специалистов (инженеров, экономистов), считающих, что научно-технический прогресс обеспечит безопасность человечества, несмотря на наличие сложных экологических проблем. Будут разработаны такие технологии, которые позволят решить все экологические проблемы и преодолеть любые ресурсные ограничения, связанные с конечностью запасов. В том числе возможно построение управляемой человеком искусственной среды обитания. Эта вера во всемогущество разума основана на результатах последних двухсот лет научно-технического прогресса и экономического роста. Такой же технологический оптимизм противопоставлен вероятной катастрофе и в последних работах ученых Римского клуба:

«Благодаря новым технологиям, нововведениям, появившимися в этот период (имеются в виду последние годы), *возникли реальные возможности для снижения объема потребления ресурсов и уменьшения потоков загрязнения... при одновременном повышении качества жизни».*

Совершенно очевидно, однако, что технологий использования ресурсов без отходов быть не может, вопрос может стоять только о количестве этих отходов, что не принципиально и потому не решает проблемы.

Далее, как неопровержимо установлено, заменить естественную биоту (т.е. совокупность всех живых организмов, в том числе человека) искусственной системой («техносферой»), работающей, как и биота, на базе солнечной энергии, невозможно. Например, информационные потоки в биоте, обеспечивающие взаимодействие естественных сообществ и устойчивость их существования и развития, по расчетам, на 15 порядков (в единицу с пятнадцатью нулями раз) превосходят реально мыслимые максимальные информационные потоки в «техносфере».

Иными словами, нет никаких оснований для надежд на построение человеком (тем более в обозримые сроки) искусственной среды обитания, обеспечивающей стабильную Жизнь на планете так, как это делают естественные сообщества биосферы, формировавшиеся миллиарды лет.

Ряд отечественных ученых (В. Г. Горшков, В.Г. Данилов-Данильян, К.Я. Кондратьев, К.С. Лосев и др.) видят выход в таком изменении направлений жизнедеятельности человечества, которое обеспечит восстановление биоты в объеме, выработанном естественной эволюцией и необходимом для поддержания устойчивости сложившейся биосферы. По их мнению, нужно

«ограничить одностороннее развитие цивилизации в соответствии с объективными законами биосферы. В рамках требований этих законов цивилизации отводится свой коридор, в котором она может развиваться... Границы коридора обозначаются следующими требованиями: потребление человечеством не более 1% чистой первичной продукции биоты (сейчас человек потребляет более 10%), стабилизация

населения на необходимом уровне, отказ от отношения к биосфере как совокупности собственных ресурсов. Ограничения на развитие цивилизации влекут за собой важнейшие последствия, так как требуют преобразований социально-экономической системы на основе изменения системы взглядов человека на окружающий мир и самого себя».

Такой вариант «устойчивого развития» кажется разумным, но он требует значительных сроков для осознания всей массой человечества и принятия обозначенных принципов как руководства к действию.

Другие ученые (зарубежные) рассматривают технологии, которые необходимо реализовать для перехода к подобному «устойчивому развитию», в глобальном масштабе:

1. Сокращение численности населения планеты до одного миллиарда человек (подспудно подразумевается, что это, в основном, будут представители нынешнего «золотого миллиарда» жителей развитых стран). Определены демографические квоты (quota - лат. - часть, приходящаяся на каждого), рекомендуемые для разных стран. Для России, например, эта квота составляла 50 млн. человек на 2020 г.

2. Отказ развивающихся стран от использования передовых промышленных технологий, применяемых на Западе.

3. Отказ от сегодняшнего материализма с удовлетворением растущих материальных потребностей и переход к духовно насыщенной (информационной) жизни с ограниченным достатком.

Представляется, что реализация перечисленных технологий перехода к «устойчивому развитию» в ограниченные глобальным кризисом сроки означает жесткий конфликт между народами и странами за право остаться в миллиарде и пользоваться достижениями цивилизации. Мощный технический потенциал человечества, который может быть использован в конфликтах (например, все более распространяющееся ядерное оружие), делает эти опасности, в свою очередь, глобальными.

Таким образом, имеющиеся на сегодня представления о вариантах обеспечения безопасности жизнедеятельности на основе «устойчивого развития» в рамках планеты не дают повода для оптимизма. Реализация предлагаемых технологий до конца либо невозможна, либо, вследствие ограниченности располагаемых сроков, приводит к замкнутому кругу - решение проблем глобальной безопасности превращается в свою противоположность, в порождение новых глобальных угроз, теперь уже от общественных и международных конфликтов.

Идеи выхода из тупика ограниченности ресурсов на планете

Возможный выход из сложившегося положения одно из отечественных научных направлений видит в «космизации» жизнедеятельности, в освоении человеком Космоса.

Космические идеи играли основополагающую роль в учении В.И. Вернадского. Смысл его учения состоит в том, что появление и эволюция человека рассматриваются как органический этап развития биосферы, которая в свою очередь является порождением космической среды мира. Вернадский считал, что цивилизация человечества, будучи органической частью Космоса, «не может прерваться или уничтожиться». Став «геологической силой», разум человека построит ноосферу, обеспечивающую дальнейшее развитие.

Каким может быть это развитие, показано в трудах другого великого русского ученого К.Э. Циолковского. Он первым сформулировал идею о том, что потребности развития в конце концов поставят человечество перед выбором - выжить и прийти к расцвету, освоив богатства солнечной энергии и завоевав космическое пространство, или погибнуть.

Идеи и работы Циолковского еще в начале нашего века позволили найти то направление развития науки и техники, которое дает человечеству возможность преодолеть проблему «предела роста» на планете ограниченных размеров.

Таким направлением оказалась ракетно-космическая техника, обеспечивающая человеку «выход в третье измерение» - от «двумерной» поверхности планеты к безграничному пространству Космоса. К.Э. Циолковский первым в работе «Исследование мировых пространств реактивными приборами» научно обосновал реактивный принцип движения, показав, что благодаря ему возможно движение в пространстве без среды, т.е. в космическом пространстве. Все другие принципы движения требуют посторонней опоры для отталкивания - в земле (при ходьбе, при движении колесного транспорта), в воде (при гребле веслом, при тяге винта), в воздухе (при взмахе крыльев, при тяге винта и т.п.). Только реактивное движение не нуждается в посторонней опоре - летящая ракета отталкивается, можно сказать, от собственных масс, которые она выбрасывает из сопла реактивного двигателя. Ракета позволяет людям перемещаться в безвоздушном, космическом, межпланетном, межзвездном пространстве.

Работы Циолковского поражают своим провидением всех будущих этапов и особенностей освоения космоса, значительная часть которых сегодня уже свершилась. Однако нам в данном случае интересны не научно-технические открытая Циолковского, а те его идеи, опираясь на которые мы можем увидеть поистине безграничную перспективу развития человечества, не ограничиваемого конечными ресурсами планеты Земля.

Вот как представлял К.Э. Циолковский будущее человечества, использующего возможность перемещения в космосе с помощью ракеты:

«Реактивные приборы (после первых этапов освоения околоземного пространства) *все более и более удаляются от воздушной оболочки Земли и пребывают в эфире* (космосе) *все дольше и дольше...*

Для получения кислорода, пищи и очищения ракетного воздуха придумывают особые помещения для растений. Все это в сложенном виде уносится ракетами в эфир и там раскладывается и соединяется.

Человек достигает большей независимости от Земли, так как добывает средства жизни самостоятельно. Вокруг Земли устраиваются обширные поселения... Используют (люди) солнечную энергию не только для питания и удобств жизни, но и для перемещения по всей солнечной системе. Основывают колонии в поясе астероидов и других местах солнечной системы, где только находят небольшие небесные тела.

Развивается промышленность и увеличивается число колоний. Население солнечной системы... достигает предела, после которого неизбежно расселение по всему Млечному Пути».

Если человечество откажется от стратегии освоения космического пространства и внеземных ресурсов, писал Циолковский, то на Земле его неизбежно ждут *«грандиозные землетрясения, падения комет, больших болидов, перемены климата и еще более страшные события».* Это сказано в начале нашего века, задолго до осознания глобальных угроз другими учеными.

Развитие идей В.И. Вернадского и К.Э. Циолковского отечественными учеными - А.Л. Чижевский, Л.В. Лесков и др., позволило им предложить следующие принципиальные положения:

1. «Космизация» человеческой жизнедеятельности - необходимая часть построения ноосферы как будущего состояния области жизни с решающим влиянием разума человека. Только «космизация» может обеспечить устойчивость и безопасность мировой системы с человечеством как компонентом, преодолеть ограниченность ресурсов планеты и таким образом позволит цивилизации не останавливаться, а продолжать развитие.

2. Космическая деятельность должна быть ориентирована на общечеловеческие интересы, на единое хозяйство и идеологию единства. Она может осуществляться только общими усилиями. Вместо соперничества в осуществлении космических программ должно прийти международное сотрудничество. Оно уже началось с проекта «Союз-Аполлон», теперь это совместные полеты космонавтов на орбитальной станции «Мир», на космическом челноке «Шаттл», совместные запуски спутников связи, а впереди - международный проект орбитального комплекса «Альфа» и т.п. Пока это освоение околоземного пространства, но уже задумываются экспедиции на Марс и строительство исследовательской базы на Луне.

Таким образом, поиск возможностей обеспечения безопасности будущей жизнедеятельности человечества привел к идее расширения пространства жизни Человека, освоения внеземных пространств Космоса.

Главную опасность сегодня представляет то, что среди населения Земли больше всего равнодушных и неинформированных людей. К ним в первую очередь относятся три четверти населения, проживающие в развивающихся странах. Но и в развитых странах, где с уровнем жизни положение намного лучше, мало кого волнуют глобальные проблемы. По опросам ООН, число неравнодушных составляет величину не более 5% от населения планеты. Большинство же (опять-таки по опросам) не заглядывает в своей повседневной жизни вперед далее чем на неделю.

Задачу выживания, поиска выхода из глобального кризиса, определения реального пути «устойчивого развития», обеспечения безопасности жизнедеятельности предстоит решать нынешней молодежи. Это она сможет сделать, только узнав и осознав свою задачу в полной мере.

Знакомство с глобальными проблемами неизбежно приведет и к другим, также касающимся непосредственно каждого из нас, вопросам.

Будем исходить из того, что человечество сумеет преодолеть современный глобальный кризис и в целом обеспечить в будущем безопасность своей жизнедеятельности. Но все ли народы и государства выдержат испытания? «Есть ли будущее у России?» (Н. Моисеев). Что Россия должна делать, как она должна организовать жизнедеятельность народа, чтобы сохранить его?

Что должны делать мы лично, чтобы сохранить себя и своих детей, чтобы обеспечить себе и им достойное существование? Достаточно ли будет для нас знаний и умений самозащиты и взаимопомощи в будущих экстремальных и чрезвычайных ситуациях? Ответы на эти вопросы можно найти только на основе изучения полного комплекса современных проблем безопасности.

ЛЕКЦИЯ 4. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ

Природа Земли - арена жизни (окружающая природная среда) и источник материальных природных ресурсов человечества. Закономерности нарастания преобразующего воздействия человека на природу по мере развития социально-технического прогресса. Зависимость масштабов и интенсивности антропогенного воздействия на природу от численности населения Земли и степени развития производительных сил общества.

Современный уровень воздействия человека на природу. Его последствия для состояния окружающей среды и природных ресурсов. Необходимость кардинальных решений неотложных проблем охраны природы. Специфика природоохранных проблем и перспективы их решений в развивающихся и промышленно развитых странах.

Охрана природы - необходимая составная часть программы повышения уровня жизни населения стран, регионов, планеты в целом. Классификация природных ресурсов.

Основные природоохранные аспекты. Широкое непрерывное эколого-природоохранное образование - важная предпосылка разумного, бережного отношения общества к природе и проблемам ее охраны. Задачи и структура курса "Охрана природы", связь с курсами "Общая экология" и "Социальная экология", с биологическими и социальными дисциплинами. Вопросы специальной терминологии.

Всеобщая взаимосвязь и взаимообусловленность предметов и явлений в природе. Взаимосвязи природы и общества на разных этапах развития человеческого общества.

Современный уровень производственной деятельности людей и его влияние на убывание природных ресурсов, создание искусственных материалов с заданными свойствами, использование новых, в том числе экологически чистых источников энергии, создание безотходных технологий - залог устойчивого развития.

Охрана природы, или прикладная экология - система научно обоснованных мер по рациональному использованию, воспроизводству и охране природных ресурсов, по защите окружающей природной среды от загрязнения и разрушения, направленных на оптимизацию взаимоотношений общества и природы. Система государственных, общественных и международных мер, направленных на поддержание высокого качества окружающей среды и рациональное природопользование.

Сохранение окружающей природной среды и рациональное использование природных ресурсов - две стороны единой системы охраны природы. Появление новых и обострение существующих проблем охраны окружающей природной среды от загрязнения. Влияние ядовитых веществ на человека и животных. Медицинские и генетические последствия воздействия загрязнений, алкогольных и наркотических веществ на организм человека.

Создание благоприятных условий жизни, борьба с загрязнением окружающей среды, употреблением алкоголя и наркотиков как важные аспекты безопасности жизни человека.

Охрана природы - непременный компонент социального и научно-технического прогресса, органическая составная часть программы устойчивого развития общества и природы, создания благоприятных условий жизни нынешних и будущих поколений человечества.

Воздействие человечества на природу приобрело глобальный характер и продолжает возрастать. Сегодня мы стоим перед выбором: жить согласно принципу “возьми от природы всё” - и погибнуть, либо жить в условиях “экологического императива”, ограничивая потребление - и выжить. Для выживания человечества ему необходимо отказаться от мировоззрения, которое было сформированно рационализмом и горькие

плоды которого мы сейчас пожинаем, и создать новое мировоззрение, рассматривающее Человека как неразрывную часть Природы.

В.В. Вернадский не раз писал о том, что согласованное с Природой развитие общества, ответственность и за Природу, и за её будущее потребуют специальной организации общества, создания специальных структур, которые будут способны обеспечить это совместное согласованное развитие.

Переход биосферы в её новое состояние, которое мы называем теперь ноосферой, то есть вступление человечества в новую эру своего развития, в эпоху ноосферы, обеспечение коэволюции человека и биосферы не могут произойти автоматически. Это будет мучительный и долгий процесс выработки нового мировоззрения, новых принципов согласования своих действий и нового поведения людей, новой нравственности.

Вернадский ввёл в рассмотрение явлений человеческой истории, в том числе истории научного знания, совершенно особую оптику. Вот его собственное определение этого нового взгляда: «Ввожу новое понятие «ноосферы», - писал он в письме Личкову от 15 ноября 1936 года, - которое предложил Леруа в 1929 году и которое позволяет ввести исторический процесс человечества как продолжение биохимической истории живого вещества». Научная мысль - такое же закономерно неизбежное, естественное явление, возникшее в ходе эволюции живого вещества, как и человеческий разум, развивается она всё в том же полярном векторе времени и не может, по его глубочайшему убеждению, ни повернуть вспять, ни совсем остановиться, тая в себе потенцию развития фактически безграничного. Вера в науку у Владимира Ивановича также, по существа, безгранична. И религия, и философия обнаружили, по его мнению, свою историческую неспособность стать духовной силой единения. Таковой может быть только наука, обладающая только ей принадлежащими качествами: логической обязательностью и логической непререкаемостью её основных достижений и глубоко демократичным характером. Более того, учёный убеждает нас, что “научные знание, проявляющееся как геологическая сила, создающая ноосферу, не может приводить к результатам, противоречащим тому процессу, созданием которого она является”.

Это писалось непосредственно перед второй мировой войной, а её опыт, как известно, неопровержимо показал, что наука может покорно служить и тёмным, антиноосферным силам. Впрочем, Вернадский был свидетелем, как уже первая мировая война явила невиданное ранее применение научных знаний в целях военного разрушения. Он предвидел, что найденные и использованные наукой и техникой к этому времени смертоубийственные средства «едва начинают проявляться в этой войне и

сулят в будущем ещё большие бедствия, если не будут ограничены силами человеческого духа и более совершенной общественной организацией».

Последние десятилетия развития науки целиком оправдывают это предсказание. В устрашающей тени рукотворных, светлых научных чудес сейчас, как никогда, множатся и изощряются столь же фантастические средства убийства и уничтожения. Поистине дьявольские чудеса стали реальностью: внутренней энергией ничтожного количества вещества можно обратить в прах не только целые города и области, но и - притом многократно - всю планету! Образец «научно построенного человечества» начинает не столько притягивать, сколько вызывать опасение и даже отталкивать, ведь на счету главной его силы - разума - уже и атомные, и нейтронные бомбы, и реальные угрозы корыстных генетических манипуляций, и ещё множество ужасов, угадываемых в сумраке засекреченных лабораторий. Почему же получается, что успехи ноосферы, рост сознательных достижений не могут не идти с одновременным накопление такого же, если не большего, количества разрушительных возможностей, которые грозят вообще взорвать всю зону жизни?

Вернадский писал о необходимости создания «интернационала учёных», который культивировал бы «сознание нравственной ответственности учёных за использование научных открытий и научной работы для разрушительной, противоречащей идее ноосферы». А в уже цитированной выше статье 1915 года «Война и прогресс науки» он выдвинул весьма оригинальную идею: обезвредить, так сказать, «негативную» науку, наукой защитительного и охранительного свойства: «Ведь в принципе не является утопией противопоставить разрушительным созданиям человеческой воли и мысли такие технические средства защиты, которые были бы неуязвимы для орудий разрушения или которые делали ничтожными и малочувствительными результаты разрушительной военной техники». Но достаточно ли этого и не глубже ли здесь противоречие? Ведь и науку, и ноосферу в конечном итоге строит человек.

Кризис гуманизма, широко развернувшийся в нашем веке (но который теоретически точно предсказывали проницательные умы прошлого столетия), после опыта невиданного исторического масштаба тех страшных злодейств. на которые оказался способен человек, по-новому остро поставил вопрос о природе человека. Можно ли на человеке в его нынешней противоречивой, несовершенной, подвластной губительным импульсам природе, которого может заносить в самый кромешный ад, вымощенный самыми благими намерениями, основать абсолют? Не виноват ли во многом тот фундаментальный выбор, который особенно явственно таится в идеале потребительского общества и идеале человека, пробующего и утверждающего себя во все измерения и концы своей природы, признающиеся одинаково правомочными? Может ли осуществить себя земной идеал обретения солнечной полноты, цветущей

гармонии, в которой бы органично сочетались свет и тьма, добро и зло? И не таит ли он в себе взрывоопасную и всё растущую силу саморазрушения? Потому то и работающая в поле такого «языческого» идеала наука одновременно является основной созидательной силой современного мира и с равным успехом работает на разрушение.

Активно-эволюционная мысль, начавшая складываться ещё в прошлом веке, предлагает человеку другой выбор: быть существом сознательно-творческим, активно «растущим», призванным преобразить не только внешний мир, но прежде всего собственную природу.

Только путём отказа от безграничной «низшей свободы» следования всем своим побуждениям и желаниям возможно дальнейшее развитие этой природы. Этим же путём человечество и достигало наибольших результатов, вырываясь из животности: преодоление первобытного кровосмесительства, антропофагии и т.д. Следующим фундаментальным запретом, спасительным от реально грозящего самоуничтожения рода и решительно поднимающим людей к новой природе, должен стать запрет «не убий». Не убий такого же человека, как ты сам, не убий ни при каких обстоятельствах, никогда и никак. Этот запрет должен стать таким же безусловным для нас, как и «не ешь человеческое мясо». И воспитывать его надо всем с самого раннего детства, с божественной «чистой доски» только что родившегося ребёнка; на ней постепенно и всё глубже должно быть оттиснуто родовое самоопределение «человека разумного и неубивающего».

До сих пор нередко утверждается мнение, в том числе и деятелями науки, что любой нравственный критерий ограничивает якобы сам принцип свободы научного поиска. Нравственности отводят место лишь в деле практического приложения научных результатов, добытых в поле неограниченной, неориентированной свободы. Между тем само существование страшных признаков будущего - от всеобщего атомного уничтожения до чудовищных биологических экспериментов - связано отсутствием чёткого понимания в самих недрах научного исследования и нравственной ответственности учёного за результаты своих открытий. Ноосферный идеал как раз вносит в научное познание и поиск столь им необходимую высшую цель их усилий. Вместе с тем этот же идеал должен быть раскрыт в такой своей конкретности, чтобы он смог увлечь действительно всех. В это связи хочется привести слова литературоведа, культуролога, доктора филологических наук С.Г. Семёновой: «Высшим благом нельзя признать просто исследование и бесконечное познание неизвестно для чего или лишь для создания материального комфорта живущим, высшим благом может быть только жизнь, причём жизнь в высшем, духовном её цвете, жизнь личностная, сохранение , продление, развитие её. Такое благо, такая цель и такой предмет касаются всех без изъятия». Поэтому наука, исследование и преобразование мира должны

быть всеобщими, делом буквально каждого. Потребность и способность познавать, исследовать и преображать призваны стать так же одних из родовых качеств человека, как сейчас определение «смертный» (что вполне оправдывается) и «разумный» (что ещё должно только в полной мере оправдаться).

ЛЕКЦИЯ 5. ОХРАНА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

Почвенные ресурсы.

Жизнь человечества непрерывно связана с землей. Ведь только на земле могут развиться растения, дающие людям продукты, корм животным, сырье для промышленности. Веками, тысячелетиями создавалось это природное богатство, и пользоваться им нужно разумно.

Факторы почвообразования

К факторам почвообразования относятся почвообразующие породы, растительные и животные организмы, климат, рельеф, возраст, вода (почвенная и грунтовая), хозяйственная деятельность человека.

Почвообразующие породы - субстрат, на котором образуются почвы; они состоят из различных минеральных компонентов (60-90% всего веса почвы). От характера материнских пород зависят физические свойства почвы - водный и тепловой ее режимы, скорость передвижения веществ в почве, минералогический и химический состав, первоначальное содержание элементов питания для растений.

Органические соединения почвы формируются в результате жизнедеятельности растений, животных и микроорганизмов. Основная роль при этом принадлежит растительности. Наибольшее количество органических веществ дают лесные сообщества, особенно в условиях влажных тропиков. Меньше органического вещества создается в условиях тундры, пустыни, болот.

В процессе отмирания растений органические вещества поступают в почву, где под воздействием животных и микроорганизмов (бактерий, грибов, водорослей), а также физических и химических реагентов разлагаются с образованием почвенного гумуса.

Климат - является важнейшим фактором почвообразования. С ним связаны тепловой и водный режимы почвы. Тепловой режим определяется соотношением поглощения лучистой энергии Солнца и теплового излучения почвы. Он зависит от окраски почвы, характера поверхности, теплоемкости влажности и других факторов. Водный режим почвы в основном определяется количеством атмосферных осадков и испаряемостью, распределением осадков в течение года, их формой (при ливневых дождях вода не успевает проникнуть в почву, стекает в виде поверхностного стока].

Рельеф - один и факторов перераспределения по земной поверхности тепла и воды. С изменением высоты местности меняются водный и тепловой режим почвы. Рельефом обусловлена поясность почвенного покрова в горах.

К числу факторов почвообразования относится время – необходимое условие для любого процесса в природе. Абсолютный возраст почв Восточно-Европейской равнины, Западной Сибири, Северной Америки и Западной Европы, определенный радиоуглеродным методом - от нескольких сотен до нескольких тысяч лет.

Существенным фактором почвообразования, особенно в последнее время, является хозяйственная деятельность человека,

Эрозия почв

Эрозия почвы - это процесс перемещения почвы, главным образом ее верхних наиболее плодородных горизонтов (лат. Erosio - разъедать, выгладывать, выгрызать). Основные факторы эрозии - ветер и поверхностные воды. Корни растений защищают почву от чрезмерного разрушения.

1. Естественная эрозия:

1) водная.

А) плоскостная - поверхностные воды стекают по склону или по полю сплошным потоком. Смыв плодородного слоя происходит равномерно, и последствия обнаруживаются, когда причинен значительный ущерб.

Б) струйчатая - образуются ручейки, который смывают слой почвы.

В) овражная - ручейки сливаются, образуя мощные водотоки. Овраги, веером расходясь от центрального, разрушают поля, луга, перерезают дороги. Вовремя не остановленный овраг растет вширь и вглубь, захватывая все больше и больше плодородной земли.

2) ветровая, вызываемая пыльными бурями. Ветер поднимает тучи пыли, песка, почвы, мчит их над широкими степными просторами, и все это оседает толстым слоем на землю, поля, дома. Ветер выдувает слой почвы на 16-25 см, поднимает ее на высоту 1-3 км и переносит на огромные расстояния. Иногда наносы достигают 2-3м высоты. В нашей стране пыльные бури наиболее часто поражают Нижнее Поволжье и Северный Кавказ.

2. Искусственная эрозия - возникает в результате хозяйственной деятельности человека, приводящей к уничтожению растительного покрова.

Почва - возобновимый ресурс. В тропических и средних широтах на восстановление почвенного слоя толщиной 2,54см (1 дюйм) требуется 200 -1000 лет в зависимости от климата и типа почвы. Но если средние темпы эрозии больше темпов почвообразования, то почвы переходят в разряд

невозобновимых ресурсов. Среднегодовые темпы эрозии сельскохозяйственных угодий по всему миру в 18-100 раз превышают естественные темпы возобновления. Наибольших размеров эрозия достигла в местах строительства.

Аридизация почвы

Аридизация почвы - это сложный и разнообразный комплекс процессов уменьшения увлажненности обширных территорий и вызванного этим сокращения биологической продуктивности растений. Проявления аридизации (от частых засух до полного опустынивания) на обширных территориях Африки, Юго-Восточной и Южной Азии, ряда стран Южной Америки крайне обостряют проблемы продовольствия, кормов, воды, топлива, вызывают глубокие изменения экосистемы. Угодья, окаймлявшие пустыни, не выдерживают нагрузки и сами превращаются в пустыни, что приводит к ежегодной потере тысяч гектаров пригодных для сельскохозяйственных земель. Процесс усугубляют и примитивное земледелие, нерациональное использование пастбищ и других сельскохозяйственных угодий, хищническая эксплуатация огромных территорий, который возделываются без севооборота или ухода за почвой.

Общая площадь земель России, подверженных процессом опустынивания или потенциально опасных в этом отношении, составляет более 100 млн. га. Это Поволжье, Предкавказье, Закавказье, Астраханская, Волгоградская, Ростовская области и другие регионы РФ. Наиболее напряженная ситуация сложилась в республике Калмыкия - самом аридном регионе европейской части России.

Большинство ученых считает, что образование пустынь связано с вырубкой лесов и неразумным использованием пастбищ.

Деградация и загрязнение земель

Острейшей экологической проблемой в России является деградация земель. Деградация почвы – это постепенное ухудшение ее свойств, которое сопровождается уменьшением содержания гумуса и снижением плодородия.

Яркий пример - богатые разнотравные Черные земли Прикаспия. Сейчас их значительная часть стала полупустыней.

В связи со строительством водохранилищ на реках площадь затопленных земель превысила 30 млн. га. В результате подъема вод Каспийского моря затоплено и подтоплено 560 тыс. га сельскохозяйственных угодий.

В лесостепной и центрально-черноземной зонах участились кислотные дожди, что вызывает деградацию и появление ареалов кислых почв.

Деградация пастбищных земель в тундре происходит в результате нарушения растительного покрова при освоении месторождений полезных ископаемых, неконтролируемого бездорожного проезда автотранспорта, перегрузок оленьих пастбищ скотом, проведения геологоразведочных работ.

Все более опасный характер приобретает захламление и загрязнение земель. Основные загрязнители почвы: 1) пестициды (ядохимикаты), 2) минеральные удобрения, 3) отходы и отбросы производства и потребления, 4) газодымовые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, 5) нефть и нефтепродукты.

Охрана почв

Мероприятия по охране почв направлены на уменьшение эрозии, предотвращение выноса питательных веществ и восстановление плодородия, сохранение растительного покрова,

1) Почвозащитные методы земледелия. Чтобы защитить почву от разрушения, необходимо правильно определить состав возделываемых культур, их чередование и агротехнические приемы. Рекомендуют безотвальный, беспахотный методы земледелия и минимальную обработку почвы.

Безотвальная обработка - почва разбивается и рыхлится без переворачивания верхнего пласта.

Беспахотная - семена, удобрения, гербициды вносятся в борозды, сделанные без пахоты. Используется поле 3-7 лет, потом - интенсивная вспашка.

2) Контурное земледелие – пахота поперек, а не вдоль склона. Темпы эрозии при этом уменьшаются на 30-50%.

3) Террасирование - склон преобразуется в ряд широких террас с незначительным расстоянием между ними по вертикали. Каждая из террас задерживает часть воды, стекающей по покрытому растительностью склону. Таким образом, обеспечиваются водой сельскохозяйственные культуры на всех уровнях, и уменьшается эрозия за счет уменьшения объема и скорости стока воды.

4) Полостная обработка почвы - одна широкая полоса обработанной земли отводится под сельскохозяйственную культуру, например, кукурузу, а следующая полоса засевается покровной культурой, например, люцерной, которая полностью покрывает почву и таким образом снижает эрозию. Чередующиеся полосы уменьшают поверхностный сток и распределение вредителей и болезней.

5) Аллейное земледелие - когда сельскохозяйственные культуры засеваются аллеями между живыми изгородями фруктовых деревьев и кустарников.

6) Укрепление оврагов и создание ветрозащитных насаждений – небольшие овраги засаживаются быстрорастущими культурами (овес, ячмень), что уменьшает эрозию. В глубоких оврагах строят небольшие плотины для удержания наносов и постепенного заполнения самого оврага. Для укрепления почвы - быстрорастущие кустарники, виноградные деревья. Строят каналы для отвода воды. Ветровую эрозию можно уменьшить лесозащитными и ветрозащитными полосами.

7) Классификация земель и контроль землепользования - нужно запретить посев сельскохозяйственных культур или расчистку растительности и земли, непригодной для возделывания.

8) Уход за почвой и восстановление ее плодородия.

А) внесение органических удобрений;

- навоз животного происхождения улучшает структуру почвы, увеличивает в ней содержание органического азота, стимулирует рост и воспроизводство микроорганизмов;
- перегной растительного происхождения - естественные или культурные растения запахиваются для увеличения содержания органического вещества и гумуса и увеличения урожайности в следующем году;
- компост - эта смесь богата микроорганизмами, которые способствуют разложению навоза и растительных остатков.

Б) Внесение минеральных удобрений. Основные компоненты - азот (в виде мочевины, ионов аммиака), фосфор (соли фосфорной кислоты), калий. За период с 1950 по 1989г их мировое потребление возросло в 10 раз. Но минеральные удобрения не пополняют запасы гумуса в почве. Если их употреблять без одновременного внесения навоза и перегноя, то уменьшается содержание органического вещества, способность удерживать воду. Происходит уплотнение почвы, уменьшается содержание кислорода, затрудняется эффективное усвоение внесенных питательных веществ. Также большинство минеральных удобрений не содержит много питательных веществ, необходимых растению в малых дозах. Также внесение минеральных удобрений способствует загрязнению воды, что вызывает чрезмерный рост водорослей, истощение запасов растворенного кислорода и гибель рыб.

9) Ротация сельскохозяйственных культур - когда каждый год на одном и том же месте высаживаются разные культуры. Помогает восстановлению в почве питательных веществ.

Почва и здоровье человека

Большинство микроорганизмов, обитающих в почве - сапрофаги, которые не приносят вреда животным организмам. Но вместе с тем постоянно или временно в почве обитают патогенные микроорганизмы - возбудители различных заболеваний. К патогенным бактериям относятся

возбудители таких опасных заболеваний как сибирская язва, газовая гангрена, столбняк, ботулизм.

Заражение человека через загрязненную почву может наступить при самых различных обстоятельствах при обработке почве, уборке урожая, строительных работах и т.п.

Из числа временных микроорганизмов, обитающих в почве, большую группу составляют возбудители кишечных инфекций (брюшного тифа, паратифов, дизентерии, холеры), бруцеллеза, чумы, коклюша, туляремии. Они попадают в почву с выделениями больных, с нечистотами. Не находя подходящих условий, патогенные неспороносные бактерии относительно быстро погибают. Однако некоторые из них, особенно в загрязненной почве, сохраняются продолжительное время.

Велика роль почвы в распространении гельминтозов – болезней, вызываемых глистами-паразитами - гельминтами. Одна из стадий развития гельминтов происходит в почве. Зрелые яйца могут попасть в организм человека через загрязненные руки.

Определенное влияние на здоровье человека может оказать химический состав почвы. Микроэлементы поступают в организм человека с растительной и животной пищей, также с едой. Недостаток или избыток микроэлементов в почве приводит к недостатку или избытку их и в организме человека. Это влечет за собой нарушение процесса обмена веществ, возникновение заболеваний. Заболевания, связанные с избытком или недостатком микроэлементов получили название эндемических (от греч. Endemos - местный).

Так недостаток йода может вызвать заболевания эндокринной системы, кретинизм. Недостаток содержания фтора приводит к кариесу. При содержании фтора в питьевой воде выше 1.5 мг/л у человека и животных зубы поражаются «пятнистой эмалью». При этом заболевании нередко поражается и опорно-двигательный аппарат. Низкое содержание кобальта в почве - причина возникновения дисфункции обменных процессов у рогатого скота и овец.

Водные ресурсы

Вода занимает 71% поверхности земли 97% приходится на соленые воды, 3% - пресные. Причем часть этой пресной воды находится глубоко в грунтовых водах, в айсбергах, улетучивается в виде пара. Таким образом, доступной пресной воды не так уж и много - 0,5%, а используемая пресная вода составляет 0,003%.

Если вся вода - 100л, то пригодны к потреблению лишь 0,003л пресной воды, т.е. полчайной ложки.

И все же на каждого жителя Земли приходится 8,4 млн. л пригодной воды. Неравномерный характер выпадения атмосферных осадков

обусловливает дефицит пресной воды в одних районах и избыток в других. Вода - один из самых нерационально используемых ресурсов мира.

Возросло использование воды для хозяйственных целей - это одно из звеньев круговорота воды в природе. Но антропогенное звено круговорота отличается от естественного тем, что в процессе испарения лишь часть использованной человеком воды возвращается в природу опресненной. Другая часть сбрасывается в реки и водоемы и виде сточных вод, загрязненных отходами производства.

По данным Государственного водного кадастра, суммарный забор воды из пригородных водных объектов в 1998г. составил 87,3 куб.км. Из них для хозяйственных нужд было израсходовано 60,2 куб. км воды.

Дефицит воды.

Специалисты полагают, что проблема обеспечения населения достаточным количеством пресной воды является одной из наиболее серьезных долгосрочных проблем, стоящих перед человечеством. В 1970х годах от засух ежегодно страдало в среднем 24.4 млн. человек, из кот. 23000 погибали. Эта тенденция сохранилась.

Засуха наступает из-за того, что осадков выпало меньше нормы, либо из-за необычайно жаркой погоды (повышенное испарение). Периодические засухи отмечаются в 80 странах (это 40% населения мира, большей частью жители Азии и Африки) → голод → чтобы раздобыть пищу и топливо вырубают деревья и возделывают малоплодородные почвы, превышают нагрузки на пастбища → деградация земли → еще более сильные и продолжительные засухи → опустынивание, уменьшение запасов топлива и продовольствия, усиление бедности.

Нехватка воды может стать причиной конфликта между странами. В 1967г. началась война между Израилем и арабами. Они захватили Западный берег реки Иордан, чтобы сохранить доступ к реке (одна из причин).

Избыток воды.

Иногда среднегодовое количество осадков может быть в норме, но в некоторых странах осадки выпадают в одно время. Например, в Индии 90% годовых осадков приходится на июнь-сентябрь (период муссонных дождей) → сток стремительный, его невозможно использовать → наводнения.

С 1960-х годов причиной резкого увеличения числа наводнений стала хозяйственная деятельность человека. Урбанизация также увеличивает рост числа наводнений. Предполагаемый в ближайшие 50 лет подъем уровня моря в связи с глобальным потеплением климата, вызванный парниковым аффектом, может привести к затоплению многих прибрежных городов.

Загрязнение природных вод

Основной причиной современной деградации природных вод Земли является антропогенное загрязнение. Главными его источниками служат:

- сточные воды промышленных предприятий;
- сточные воды коммунального хозяйства городов и др. населенных пунктов;
- стоки систем орошения, поверхностные стоки с полей и других сельскохозяйственных объектов;
- атмосферные выпадения загрязнителей на поверхность водоемов и водосборных бассейнов. Кроме этого неорганизованный сток воды осадков («ливневые стоки», талые воды) загрязняет водоемы большой частью техногенных поллютантов.

Антропогенное загрязнение биосферы в настоящее время приобрело глобальный характер и существенно уменьшило доступные эксплуатационные ресурсы пресной воды на планете. Общий объем промышленных, с/х и коммунально-бытовых стоков достигает 1300км^3 (по некоторым оценкам до 1800км^3), для разбавления которых требуется 20% полного и 60% устойчивого стока рек мира. Причем по отдельным водным бассейнам антропогенная нагрузка гораздо выше средних глобальных значений.

Общая масса загрязнителей гидросферы огромна – около 15 млрд. т в год. К наиболее опасным загрязнителям относятся соли тяжелых металлов, фенолы, пестициды и другие органические яды, нефтепродукты, насыщенная бактериями биогенная органика, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) и другие моющие средства, минеральные удобрения.

В России на одного человека образуется примерно в 1,5 раза больше хозяйственных стоков, чем в среднем в мире. Объем очищенных стоков составляет менее 10% от всех вод, требующих очистки, что является следствием перегруженности и низкой эффективности работы имеющихся очистных сооружений.

Эвтрофикация водоемов

Замечательной особенностью водных экосистем является их способность к самоочищению и установлению биологического равновесия. Водные организмы сообща обеспечивают через трофические связи многоступенчатую минерализацию органики и перевод ее в донные отложения.

Однако способность водоемов к самоочищению не безгранична. При определенном уровне загрязнения, особенно при аварийных, залповых сбросах неочищенных стоков, может быть погублена вся биота водоема. Из-за неэффективной очистки сточных вод, из-за смывания минеральных удобрений и почвы с сельскохозяйственных территорий значительная

часть органических элементов попадает в водоемы. Чрезмерное обогащение водоемов биогенами приводит к их эвтрофикации, т.е. к резкому повышению биопродуктивности и массовому размножению фитопланктона. «Цветение воды» и постепенное отмирание массы водорослей становятся источником вторичного загрязнения, приводят к расходованию всех запасов кислорода и медленному «умиранию водоема». Таким образом, антропогенная эвтрофикация вызывается не ядовитыми загрязнениями, а тем, что всегда считалось безвредным – почвой и удобрениями.

Зараженная питьевая вода

В 1983г ВОЗ подсчитала:

а) 61% сельского и 26% городского населения развивающих стран не имеют доступа к безопасной питьевой воде;

б) ежегодно 5 млн. человек умирают от болезней, передающихся через воду (холеры, дизентерии, диареи).

Источниками загрязнения признаются объекты, с которыми осуществляется сброс или иное поступление вредных веществ, ухудшающих качество поверхностных вод, ограничивающих их использование, а также негативно влияющих на состояние дна и берегов водных объектов. Это электроэнергетика, химическая и нефтехимическая промышленность, деревоперерабатывающая промышленность (это наиболее загрязняющие отрасли), черная металлургия, машиностроение, угольная, цветная металлургия, атомная промышленность, нефтепереработка легкая промышленность, промышленность строительных материалов, пищевая и нефтедобыча (список приводится по убыванию доли загрязняющих сбросов).

В РФ каждый второй житель вынужден использовать для питьевых целей воду, не соответствующую по ряду показателей гигиеническим требованиям, почти треть населения пользуется децентрализованными источниками водоснабжения без соответствующей водоподготовки, население ряда регионов страдает от недостатка питьевой воды и отсутствия, связанных с этим надлежащих санитарно-бытовых условий. Более 40% водопроводов не имеют необходимого комплекса очистных сооружений для обеззараживания и очистки воды. Резко возросло бактериальное загрязнение поверхностных водоемов, в значительной степени это связано с ежегодно увеличивающимся числом аварийных сбросов неочищенных сточных вод, крайне неудовлетворительным состоянием канализационных коллекторов и нарушением режима обеззараживания стоков, сбрасываемых предприятиями коммунального хозяйства. Положение усугубляется тем, что большой объем сточных вод промышленных предприятий (в отдельных городах до 50%) поступает на очистные сооружения коммунального хозяйства, которые не рассчитаны на очистку промышленных сточных вод.

В такой ситуации целесообразно использование бутилированной и пакетированной питьевой воды. В настоящее время в России производится более 500 наименований питьевой воды в бутылках. Наиболее популярной является вода «Святой источник». Эта вода добывается на территории Костромской области из подземного источника и уникальна по своему природному составу. Современные исследования показали, что ключевая вода, прежде чем попасть на поверхность, проходит целую систему фильтров - песок, уголь, глину - и по пути обогащается солями. Она не подвергается никакой обработке, кроме очищения от механических примесей. Помимо «Святого источника» к натуральным природным водам относятся Vita, «Ясногорская», «Боржоми». «Нарзан» и др.

Однако в ряде случаев используется искусственная минеральная вода. Основой для ее производства может быть водопроводная вода. Ее очищают с такой тщательностью, что в ней не остается не только вредных, но и полезных веществ. После такой очистки воду обогащают минералами и солями. Производство искусственной воды значительно дешевле. К наиболее известным маркам искусственной минеральной воды относятся в «Бон Аква», «Аква Минерале», «Содовая».

В России потребление бутилированной питьевой воды составляет всего 4-5л на человека в год. На Западе эта цифра превысила 100л.

Атмосферный воздух

Атмосферный воздух загрязняется путем привнесения в него или образования в нем загрязняющих веществ в концентрациях, превышающих нормативы качества или уровень естественного содержания.

В результате антропогенного воздействия на атмосферу возникают:

- локальная или региональная загазованность приземного слоя;
- трансграничный перенос загрязнений на значительные расстояния;
- различные глобальные эффекты (парниковый эффект, разрушение озонового слоя);
- загрязнение лито- и гидросферы как результат процессов естественного самоочищение атмосферы.

От загрязнения воздуха страдают 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.

От загрязнения воздуха страдают и люди. В России наиболее неблагоприятными с точки зрения населения по-прежнему остаются города с высокой концентрацией промышленности. Загрязненная атмосфера вызывает увеличение числа заболеваний дыхательных путей. Комплексная оценка состояния здоровья детей показала, что общее число

здоровых детей в высокозагрязненном районе составила 6,6%, в контрольном районе – 19,9%. 60,5% страдают различными хроническими заболеваниями, у 20,3% детей выявлено повышенное артериальное давление, у 47,7% - анемия. Происходит рост аллергических заболеваний (в 5,6 раза выше по сравнению с контрольным районом). По заключению ученых все 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, памятников культуры, ухудшает качество промышленных изделий и материалов. Установлено, например, что в промышленных р-нах 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.

Парниковый эффект

Накопление углекислого газа в атмосфере – одна из основных причин парникового эффекта, возникающего от разогревания Земли лучами Солнца. Этот газ не пропускает солнечное тепло обратно в космос. Содержание парниковых газов – углекислого газа, метана и других – неуклонно увеличивается. Правда, действует и процесс, направленный в обратную сторону. Это процесс фотосинтеза.

Российский климатолог Н.И. Будыко еще в 1962 г. выдвинул гипотезу, что сжигание человечеством огромного количества разнообразного топлива неизбежно приведет к увеличению углекислого газа в атмосфере. А он задерживает отдачу солнечного и глубинного тепла с поверхности Земли в космос, что приведет к эффекту, который мы наблюдаем в застекленных парниках. Вследствие такого парникового эффекта средняя температура приземного слоя атмосферы должна постоянно повышаться.

Выводы Будыко заинтересовали американских метеорологов. Они проверили его расчеты и пришли к твердому убеждению, что парниковый эффект в природе существует и постепенно нарастает.

По данным американского Национального управления по проблемам океана и атмосферы, XX век был самым теплым за последние 1200 лет. Их выводы получены по результатам изучения ледников и океанов в разных уголках земного шара. Тенденцию к потеплению они связывают с

интенсивной обработкой почвы на различных континентах по мере того, как увеличилось их население.

Исследования в районе реки Амазонки показали, что вырубка лесов не только сокращает их способность поглощать углекислый газ. Как выяснилось, земля, оставленная после вырубки, не в состоянии хорошо возвращать влагу в атмосферу. В результате количество осадков в Бразилии ежегодно сокращается на 20%. Похожие процессы наблюдаются в Юго-Восточной Азии, Северной Америке и других регионах. По мнению ученых, обнаженная земля не может удержать тепло и сбрасывает его в атмосферу, нарушая тем самым климатический баланс.

Мероприятия по предупреждению ущерба от парникового эффекта

1) Один из главных загрязнения атмосферы углекислым газом – автомобили. Есть несколько путей борьбы с этим видом загрязнения: техническое совершенствование двигателей, топливной аппаратуры, электронных систем подачи топлива, повышение качества топлива, использование альтернативных видов топлива (например, сжатого природного газа).

2) Рядом экологов была выдвинута идея «налога на выделяемую углекислоту»: страна независимо от уровня индустриального развития получит определенную квоту на безналоговое производство углекислого газа. Богатые государства смогут покупать квоты на выбросы углекислоты у более бедных стран. Налог на выделенную углекислоту может вводиться также и внутри стран для отдельных предприятий и отраслей индустрии.

3) Введение новых технологий, который снизит накопление углекислого газа в атмосфере и поможет создать альтернативное сырье для синтеза многих органических соединений.

В перспективе, возможно, извлекать диоксид углерода непосредственно из атмосферы крупных промышленных городов.

Озоновый экран Земли

Стратосферный озоновый слой защищает людей и живую природу от легкого у/ф и мягкого рентгеновского излучения в у/фиолетовой части солнечного спектра. Каждый потерянный процент озона в масштабах планеты вызывает до 150 тыс. дополнительных случаев слепоты из-за катаракт, на 26% увеличивает число раковых заболеваний кожи. Установлено, что жесткий ультрафиолет подавляет иммунную систему организма.

Озон рассеян над Землей на высоте от 15 до 50 км Запуск мощных ракет, полеты реактивных самолетов в высоких слоях атмосферы, испытания ядерного и термоядерного оружия, ежегодное уничтожение миллионов га леса, массовое применение фреонов в технике, парфюмерной

и химической промышленности и быту - главные факторы, разрушающие озоновый экран Земли.

В последние годы над Северным и Южным полюсами возникли «озоновые дыры» площадью свыше 10 млн км^2 каждая, появились огромные «озоновые дыры» над многими странами Европы и Россией. Разрушение озонового экрана сопровождается рядом опасных и скрытых негативных воздействий на человека и живую природу, в частности, увеличивается число мощных лесных пожаров. Повышение действия у/ф излучения способно вызвать деградацию экосистем и генофонда флоры 14 фауны, снижение урожайности с/х культур, отмечено ингибирующее действие на фитобактерии и зоопланктон. Воздействие УФ- излучения приводит к мутациях на генном уровне.

Мероприятия по защите озонового споя

В 1987 г правительства 56 стран, в т.ч. и СССР, подписали Монреальский протокол, по которой обязались в ближайшее десятилетие вдвое сократить производство фторуглеродов и других веществ, разрушающих озоновый слой Земли.

К 1996 г промышленно развитые страны полностью прекратили производство фреонов. Развивающиеся страны сделают это только в 2010 году. Россия - один из крупнейших производителей и потребителей озоноразрушающих веществ (ОРВ) (около 20% мирового объема) попросила отсрочку на 3-4 года.

Следующим этапом должен стать запрет на производство метилбромидов и гидрофреонов.

Восстановление озонового споя, как ожидается, произойдет в середине XXI века в том случае, если согласованные мероприятия Монреальского протокола будут полностью осуществлены.

Кислотные дожди

Термин «кислотные дожди» ввел английский инженер Роберт Смит. Кислотные дожди, содержащие растворы серной и азотной кислот, наносят значительный ущерб природе. 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, становятся заметно кислой. Мировой рекорд принадлежит шотландскому городку Питлокри, где 20 апрели 1974 года выпал дождь с pH=2,4 - это уже не вода, я что-то вроде столового уксуса.

Огромный вред наносят кислотные дожди лесам. Они высыхают, развивается суховершинность на больших площадях. Угнетается листва, хвоя, увеличиваются хрупкость ветвей. Большой вред наносится и с/х культурам: повреждаются покровные ткани растений, изменяется обмен веществ в клетках, они замедляют рост, уменьшается их сопротивляемость к болезням и паразитам, падает урожайность.

Кислотные дожди не только убывают природу, но и разрушают памятники архитектуры. Прочный, твердый мрамор, реагируя с раствором серной кислоты, превращается в гипс. Смена температур, потоки дождя и ветер разрушают этот непрочный материал. Исторические памятники Греции и Рима, простояв тысячелетия, разрушаются прямо на глазах. Такая же судьба грозит и Тадж-Махалу - шедевру индийской архитектуры периода Великих Монголов, в Лондоне - Тауэру и Вестминстерскому аббатству.

Кислотные осадки представляют для человека опасность как при косвенном воздействии (путем изменения объектов ОС), так и при непосредственном контакте. В середине XX века произошла одна из первых масштабных экологических трагедий, истинная причина которой была достоверно зафиксирована – в Лондоне около 4 тыс. человек погибло от смеси тумана с дымом – смога. 5 декабря 1952г. почти над все Англией возникла и сохранялась несколько дней подряд зона высокого давления и безветрия, сопровождавшаяся густым туманом. Туман сам по себе для организма человека не опасен. Но в условиях города, при постоянном поступлении дыма в приземные слои атмосферы в них скопилось несколько тонн сажи и вредных для дыхания человека веществ, главным образом сернистого газа. В результате в воздухе возникла инверсия, нарушившая нормальную вертикальную циркуляцию в атмосфере. Смертность в Лондоне возросла в первый же день катастрофы, а по прошествии тумана она снизилась до нормального уровня.

Излишнее количество кислоты в почве ведет к ее закислению. Кроме того кислотами из почвы выщелачиваются тяжелые металлы (ртуть, свинец, кадмий и т.д.), которые усваиваются растениями и по пищевой цепи попадают в организм человека вынужденные потреблять питьевую воду, загрязненную токсическими металлами –

Спасать природу от закисления необходимо. Для этого придется резко снизить выбросы в атмосферу окислов серы и азота, но в первую очередь сернистого газа, т.к. именно серная кислота и ее соли на 70-80% обусловливают кислотность дождей.

Выхлопы автотранспорта

Ежегодно в мире в автомобильных двигателях внутреннего сгорания сжигается около 2 млрд. тонн нефтяного топлива. При этом коэффициент

полезного действия составляет в среднем 23%, остапьные 77% уходят на обогрев ОС.

В крупных городах автомобиль является основным источником загрязнения атмосферного воздуха. Он выделяет в воздух более 95% оксида углерода, около 65% углеводородов и 30% оксидов азота, также канцерогенные и опасные вещества, вызывающие различные заболевания - хронический бронхит, астму, поражают сердечно-сосудистую систему человека, являются причиной возникновения респираторных заболеваний.

Около 50 млн. россиян проживают в условиях десятикратного превышения предельно допустимой концентрации вредных веществ в атмосфере, половина которого исходит от автотранспорта. Примерно 10-15 млн. человек, проживающих на примагистральных территориях, страдают от шума, подвержены повышенному риску необратимой потери здоровья.

Для уменьшения загрязнения атмосферного воздуха отработанными газами необходим постоянный технический контроль состояния автомобилей. В мире действуют 3 основных стандарта, по которому измеряются предельно допустимые выбросы автомобиля страны-производителя:

В последние годы в развитых странах реализуются государственные программы разработки нового поколения транспортных средств. В США, например, действует программа, направленная на создание экологически чистого легкового автомобиля с расходом топлива не более З л на 100 км пробега.

ЛЕКЦИЯ 6. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

Солнечное излучение является источником почти всей энергии, используемой и биосферой, и цивилизацией. Только около 1% используемой человеком энергии поступает от других источников – за счет добычи и сжигания угля, нефти, природного газа и урана. При этом месторождения угля, нефти и газа – это тоже солнечная энергия когда-то аккумулированная растениями. До сих пор развитие цивилизации основывалось на освоении все новых источников энергии и характеризовалось непрерывным ростом ее потребления. До середины XX века дрова и уголь были основными источниками энергии. Начиная с этого времени, в мировом энергетическом балансе все большую роль играют нефть, газ, а конце XX века – атомная энергия.

За всю историю существования человечество израсходовало около 900-950тыс. ТВтхч энергии всех видов (ТВт – тераватт, 10^{12}). Резкое возрастание потребления энергии началось в XX веке, причем 2/3 израсходованной человеком энергии приходится на последнюю половину века. Важная особенность современного потребления энергии – неравномерность для жителей разных стран. Так в Скандинавии на одного

жителя приходится 14000 кВтхч электроэнергии в год, а в Индии – около 100 кВтхч. Уровень жизни разных стран напрямую зависит от обеспеченности энергией.

Увеличение расходования энергии происходит с развитием цивилизации. Освоение природных энергетических ресурсов стимулировало развитие машин. Достигнутый уровень техники позволил использовать качественно новые виды энергии, в первую очередь электрическую. Основными отличительными особенностями электроэнергии является возможность легкой передачи на большие расстояния и относительная простота преобразования ее в другие виды энергии при малых потерях.

Потребление ископаемых энергетических ресурсов в таких гигантских объемах ставит перед человечеством ряд насущных и трудных вопросов:

- На какое время хватит этих ресурсов и каковы последствия их истощения?
- Можно ли их заменить и чем?
- Как экономить энергию?
- Как решить проблемы загрязнения ОС?

Сроки обеспеченности ископаемыми энергетическими ресурсами (по известным мировым запасам)

Нефть – 20-50 лет

Уголь – 100-250 лет

Природный газ – 40-60 лет

Уран (реакторы на тепловых нейтронах) – 50-300 лет

Уран (реакторы-размножители на быстрых нейтронах) ~ 500 тыс. лет

Из данных этой таблицы видно, что ресурсов углеводородного сырья хватит ненадолго. Кроме того:

1) сжигание огромных количеств угля и нефти ведет к нарушению геохимического и теплового балансов биосферы, последствия – парниковый эффект, озоновые дыры и т.д.;

2) Углеводородное сырье – ценнейшее и дешевое сырье для производства синтетических материалов;

3) Массовый выход нефтеразработок на континентальный шельф и мелководные моря может привести к полной деградации пищевых ресурсов мирового океана и морей.

Таким образом, вопрос об эффективной замене тепловой углеводородной энергетики – одна из главных и неотложных проблем, стоящих перед человечеством. Существует два взаимодополняющих способа:

1. Следует рациональнее использовать имеющиеся энергетические мощности, т.е. снижать энергопотребление путем перехода на энергоэкономные технологии и уменьшать количество потерь.

Уже более 3-х десятилетий работают над этой проблемой. За это время:

- разработаны технологии строительства «теплых домов», в которых удалось в несколько раз снизить потери тепла через стены и окна и следовательно уменьшить расхода тепла на отопление;
- модернизация теплоэлектростанций привела к росту КПД паротурбинных и газотурбинных установок в среднем с 35 до 42%;
- у автомобилей и с/х техники в среднем на 25% снизился расход горючего;
- сократился удельный расход энергии (на единицу продукции) в энергоемких отраслях промышленности;
- ламповая электроника (усилители, измерительная аппаратура, телевизоры, телефонная и радиоаппаратура) полностью заменилась полупроводниковой и интегральными схемами, что привело к сокращению удельного расхода энергии более чем в 100 раз;
- началось массовое применение экономичных светильников с увеличенным в 10 раз сроком службы и 5-кратным увеличением светоотдачи на 1 Вт потребляемой мощности по сравнению с обычными лампами накаливания.

2. Отыскание альтернативных источников получения энергии.

Гидроэнергия занимает заметное место в производстве электроэнергии (до 25%). Она обеспечивает 100% потребления энергии в Норвегии и около 75% в Швейцарии, Австрии и Канаде. Реальный гидроэнергетический потенциал всех рек мира оценивается в 2,9 ТВт. ГЭС надежны и имеют большой срок службы. Вместе с тем опыт показывает, что использование равнинных рек для строительства ГЭС не всегда оправдано, т.к. при этом под водохранилища уходят большие площади ценных с/х угодий, происходит нежелательное перераспределение грунтовых вод, и ценные породы рыб лишаются нерестилищ.

Энергия ветра используются человеком с незапамятных времен. Ветроэнергетические установки не требуют чрезмерных капиталовложений, но основной их недостаток – нестабильность работы, вызываемая колебаниями скорости ветра. Будучи очень эффективными в районах со стабильными ветрами, ветряные электростанции в целом могут внести существенный вклад в мировой энергетический баланс.

Солнечная энергия по сравнению с другими видами энергии обладает исключительными свойствами: практически неисчерпаема, экологически чистая, управляема, а по величине в тысячи раз превосходит всю энергию др. источников. Из-за малой плотности солнечной энергии человечество потребляет ничтожную ее часть. Гелиоэнергетиков очень интересуют способы концентрирования солнечной энергии и прямое ее преобразование в электрическую. Земная поверхность получает от Солнца в среднем 165 Вт/м^2. Если в 1-2-х/этажном доме площадью 100 м^2

установлено оборудование, способное утилизировать хотя бы 30% солнечной энергии, падающей на крышу дома, то за сутки будет получено около 120 кВтхч, т.е. энергия более, чем достаточная для обеспечения комфортной жизни в доме. Основной недостаток гелиоэнергетики – зависимость от уровня инсоляции, которая распределяется по поверхности земного шара неравномерно.

Трезво оценивая возможности гидро-, ветро- и гелиоэнергетики, нельзя не заметить, что они способны покрыть не более половины потребностей человечества в энергии и тепле. Использование горючих ископаемых должно сокращаться, т.к. эти ресурсу весьма ограничены, а их сжигание ведет к экологической катастрофе.

Следовательно, у человечества нет альтернативы использованию атомной энергии для покрытия возрастающего энергетического дефицита. Современная атомная энергетика за малыми исключениями использует реакторы, в которых топливом служит уран-235. Этот изотоп составляет только 0,7% природного урана, остальное практически полностью уран-238, в котором цепная реакция не развивается и который ядерным топливом служить не может. При делении ядер урана-235 высвобождается много энергии, превращающейся в высокотемпературное тепло.

Растительная биомасса – самый древний вид топлива, используется во всем мире в виде дров, хвороста, кизяки, соломы. Обычный бытовой мусор тоже входит в этот список.

Таким образом, человечество располагает достаточными ресурсами, чтобы избежать энергетического голода и одновременно отвести от себя угрозу экологической катастрофы, но для этого народы и правительства должны существенно пересмотреть свои взгляды и целенаправленно строить новую энергетическую политику.

Ресурсы растительного и животного мира

Сколько существует видов? Мы делим нашу планету с 5-30 млн. различных видов животных и растений, большая часть которых – насекомые. Ученые обнаружили пока только 1,8 млн. видов. Из них 2/3 насекомые. Почти три четверти известных и неизвестных видов растений и животных мира обитают в условиях тропического климата.

Миллионы диких видов представляют собой громадное собрание стратегий выживания, которые вырабатывались в течение миллиардов лет. Биологическое разнообразие – это основа функционирования экосистем, от которой зависим мы и другие виды, а также источник будущей биологической эволюции и генной инженерии. Благодаря биологическому разнообразию обеспечивается их стабильность во времени и устойчивость к изменениям среды, в том числе и в результате антропогенных воздействий.

Если представить, что человек остался в одиночестве на планете Земля, то нетрудно предсказать дальнейший ход событий: нет продуктов питания, растет жесткое у/ф излучение, не задерживаемое больше озоновым экраном, из-за отсутствия кислорода становится невозможным дыхание, а климат оказывается несовместимым с жизнью.

Миллионы видов поддерживают условия, необходимые для продолжения жизни на Земле. Возможно, эти условия могло бы обеспечить и меньшее число видов, но каково оно, это достаточное число видов? Этого никто не знает. Как и не знает той черты, за которой при сокращении разнообразия начнется необратимое разрушение экосистем и жизнь будет поставлена на грань существования. При разрушении биоразнообразия надежных способов компенсировать потери не существует.

Кроме экологического значения диких видов существуют другие причины, объясняющие ценность любых диких видов.

Биологические ресурсы дают нам все виды продуктов: продукты питания, волокно для изготовления одежды, строительные материалы, красители, синтетические вещества, лекарства и т.д. Они – основа большинства видов деятельности человека, от них зависит состояние мировой экономики. Микроорганизмы, играющие жизненно важную роль во многих экосистемах, способствовали прогрессу в области производства продуктов питания.

Большая часть растений, которые обеспечивают сегодня около 90% продовольствия в мире, появились путем окультуривания диких растений. Существующие дикие виды станут необходимыми специалистам по сельскому хозяйству для выведения новых сортов с/х культур с более высокой урожайностью и лучшей сопротивляемостью болезням, паразитам, жаре, засолению.

Примерно половина лекарств, потребляемых в мире, содержит натуральные ингредиенты, получаемые из диких организмов. Четвертую часть ингредиентов получают из растений, встречающихся только в тропических лесах. Около 80% людей в развивающихся странах, заботясь о своем здоровье, полагаются преимущественно на дикие травы.

Биоразнообразие имеет большое значение для организации отдыха. Красивые ландшафты, богатые видами разнообразные экосистемы – важнейшее условие для развития туризма и отдыха. Быстрое расширение этого вида деятельности зачастую является основным источником доходов для местного населения. Часто объектом повышенного интереса становятся отдельные виды животных и растений.

Причины вымирания видов

1. Вымирание происходит в результатете естественного отбора. За последние 4,6 млрд. лет Земля стала домом для 500 млн. видов животных и

растений. За прошедшие 500 млн. лет произошло приблизительно 5-6 катастрофических вымираний, преимущественно животных. Так, 650 млн. лет назад относительно внезапно исчезли многие формы одноклеточных водорослей, 450 млн. лет назад резко поредели панцирные обитатели океана, а 65 млн. лет назад исчезли многие рептилии.

Причины этого могли быть разнообразны: от падения на Землю астероида до возникновения более прогрессивных форм, лучше приспособленных к новым условиям жизни, подвижных, «сообразительных». Истинные же причины произошедшего, возможно, не станут известны никогда, но все эти вымирания были:

• неодновременными по всей планете;

• растянуты на миллионы лет;

• не связаны с деятельностью человека.

Известно, что ни одно из них не было вызвано человеком.

Среднегодовая скорость вымирания видов млекопитающих и птиц:

- 8 тыс. лет до н.э. – 1600г. н.э. – 1 вид каждые 1000 лет;
- 1600-1900гг. – 1 вид каждые 4 года;
- 1900-1975гг. – 1 вид ежегодно;
- 1975 – несколько сотен/год;
- 1985 – несколько тыс. в год;
- 1990 – около 10000 видов;

В настоящее время ежедневно в мире исчезает по одному виду животных и еженедельно - по одному виду растений, а по обоснованным прогнозам один вид животных скоро будет исчезать ежечасно. К вымиранию ведет расхождение между темпами эволюции и темпами изменения среды. Следует отметить, что вымирание одних групп часто служит условием возникновения и распространения новых групп организмов, увеличения многообразия жизни на Земле. Всегда на место ушедших форм приходят новые.

Вымирание одних и формирование новых видов - процесс каскадный, лавинообразный. Каждый вымерший вид увлекает за собой 7-11 других связанных с ним видов. Образование нового вида крупного организма формирует свою группу с таким же числом взаимосвязанных видов, так как по закону константности количества живого вещества В.И. Вернадского количество живого вещества биосферы (для данного геологического периода) есть константа.

Живое вещество, согласно закону биогенной миграции атомов, является энергетическим посредником между Солнцем и Землей. При постоянном потоке солнечной энергии и относительной неизменности на протяжении миллиардов лет общей энергетики нашей планеты либо количество живого вещества должно быть постоянным, либо должны меняться его энергетические характеристики, что в свою очередь исключается законом физико-химического единства живого вещества.

По подсчетам палеонтологов, существующие в настоящее время виды составляют лишь ничтожную часть (2-5%) из общего числа видов, когда-либо образовавшихся на Земле в ходе эволюции (около 500 млн. видов за последние 4,5 млрд. лет), т.е. основная часть существовавших видов вымерла.

При этом история развития жизни на Земле показывает, что вымирание как эволюционный процесс - необязательный момент в развитии группы, о чем свидетельствуют существующие реликты. Так, морское плеченогое лингула существует в неизменном виде с ордовика (более 500 млн лет); кистеперая рыба латимерия, которая встречается в глубоководных участках прибрежных вод Восточной Африки, сохранила свое строение и форму с девона (400-350 млн. лет назад). Эпохи Лавразии и Гондваны (400-150 млн. лет назад) оставили много реликтовых форм с разорванным ареалом. Например, осетровые и в первую очередь веслоносы обитают одни в Китае, а другие в Миссисипи (этих пресноводных рыб теперь разделяют океаны).

Биосфера развивается при тесной совместной эволюции организмов. Такую коллективную, сопряженную эволюцию называют коэволюцией. Она шла в геологическом масштабе времени миллиарды лет. Мощные антропогенные факторы возникли на Земле за исключительно короткое время, однако по мощности воздействия на биосферу они стали сопоставимы с природными.

Часть организмов приспособилась и сделалась синантропами - спутниками человека, обитая в местах, населенных человеком, и в созданных им агроценозах. Однако надеяться на коэволюцию человека и природы в современных условиях нельзя, так как природе не угнаться за человеком, за производимыми им изменениями. Кроме того, при всем социальном и экономическом величии люди остаются биологическими существами - рождаются, живут и умирают.

Находясь в единой сети жизни, человек подчиняется ее законам, в соответствии с одним из которых:

любой вид может существовать до тех пор и постольку, поскольку окружающая его среда соответствует генетическим возможностям приспособления к ее колебаниям и изменениям. В чуждой среде вид существовать не может.

Именно поэтому в природе виды поддерживают среду своего обитания, во всяком случае, не разрушая ее. Даже паразиты настолько «разумны», что полностью не уничтожают своих хозяев.

В ходе геологического времени развитие биосферы носило необратимый характер. Основываясь на эволюционном учении и палеонтологических данных, бельгиец Л. Долло (1857— 1931) сформулировал закон необратимости эволюции:

организм не может вернуться, хотя бы частично, к предшествующему состоянию, которое было уже осуществлено в ряду его предков.

История развития атмосферы ярко иллюстрирует абсолютную зависимость живых организмов и, прежде всего, человека, от других организмов, населяющих биосферу. Однако антропогенное воздействие на биосферу, в частности загрязнение воздуха пылью, парниковыми газами (CO_2, CH_4, N_2O и др.), фреонами и иными веществами, может нарушить существующую хрупкую стабильность.

Современный всплеск вымирания вызван человеком. Такое быстрое исчезновение не может быть компенсировано видообразованием, т.к. для развития нового вида необходимо от 2000 до 100 000 поколений. Кроме того, виды растений, вымирая, создают угрозу вымирания для других видов животных.

2. Виды, подвергающиеся опасности и угрозе. Может остаться так мало выживших особей, что вид может исчезнуть полностью или потерять большую часть своего ареала. Например, осталось всего 100 особей белого носорога в Африке, 1000 особей большой панды в Центральном Китае, 2500 особей снежного барса в Центральной Азии.

3. Потеря и нарушение мест обитания.

4. Промысловая охота. Существуют разные виды охоты – промысловая, охота как средство существования, спортивная.

Примеры:

1. В США арестовали 66 человек, обвиненных в отстреле черных медведей в Аппалачах. Медведей убивали из-за желчного пузыря, размером с теннисный мяч, который стоил 50-150$ и использовался как средство, усиливающее половое влечение.
2. Основная часть мяса китов идет на корм кошкам и собакам, жир, вытопленный из туш китов, идет на нужды парфюмерной промышленности и лишь небольшая часть мяса и жира отправляется в Японию в качестве пищевого продукта.
3. Люди убивают животных еще и потому, что они их боятся.

5. Регулирование хищников и вредителей. Человек пытается истребить те виды вредителей и хищников, которые конкурируют с человеком в добыче пищи. Это может привести к дисбалансу в экосистеме.

Примеры:

1. С 1929 года владельцы ранчо и правительственные агентства в Северной Америке стали травить луговых собачек, т.к. иногда лошади и овцы спотыкались и ломали ноги из-за оставляемых ими холмиков. В результате было уничтожено 98% луговых собачек в Северной Америке. Это привело почти к полному исчезновению черноногого хорька, который питался луговыми собачками. Популяции кроличьей совы, мексиканского

сокола уменьшились, а эти виды помогают контролировать численность сусликов, которые так же, как и домашний скот кормятся на лугах.

2. Уничтожение леопардов в Восточной Африке привело к массовому размножению павианов, превратившихся в злостных врагов домашних животных.

3. Истребление койотов в штате Колорадо повлекло за собой массовое размножение кроликов, которые стали настоящим бедствием для фермеров.

6. Домашние животные, декоративные растения и медицинские исследования. Каждый год по всему миру отлавливается и продается на законных основаниях более 3,5 млн. живых птиц и еще 2,5 млн. отлавливают и продают незаконно. На каждую проданную птицу при перевозке умирает еще одна. Нередко плохое обращение с животными – их часто выбрасывают и убивают.

7. Загрязнение – вызывает гибель мест обитания.

8. Интродукция чужих видов. Пример: когда на Ямайку в 1972 г. для борьбы с крысами, повреждающими сахарный тростник, завезли мангустов. Никто не предполагал, что они уничтожат не только крыс, но и большинство представителей местной фауны. Всего за 10 лет на Ямайке произошла глубокая перестройка биоценоза, при котором крысы нашли новую экологическую нишу и по-прежнему наносят вред сахарному тростнику, а численность полезных видов там значительно сократилась.

9. Рост населения, богатство и нищета – лежат в основе исчезновения видов.

Меры по защите и охране исчезающих видов

1. Договоры и законодательства. Существует Международный союз охраны природы и природных ресурсов (МСОП), международный Союз по охране птиц, международный Союз по охране диких животных. Они устанавливают виды, которые находятся под угрозой исчезновения и прилагают усилия по их охране.

Конвенция по охране мигрирующих видов диких животных подписана в 1979г. 23-мя странами.

Конвенция по международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящихся под угрозой уничтожения, принята в 1979 г. Разработана МСОП и контролируется программой ООН по ОС.

2. Заповедники диких животных.

3. Генные банки, ботанические сады и зоопарки.

Охрана мест обитания – это намного дешевле, чем охранять подвергающиеся опасности отдельные виды.

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Гривко Е. Экология: актуальные направления: учебное пособие / Е. Гривко, М. Глуховская - Оренбург: ОГУ, 2014. - URL:http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259142
2. Залунин В. И. Социальная экология: учебник для академического бакалавриата - М.: Издательство Юрайт, 2019 - Режим доступа: www.biblio-online.ru/book/AE532286-E03F-44FE-81ED-5F81275190EF
3. Ильиных И.А. Социальная экология : учебное пособие - Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2018. _ URL:http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=484125
4. Карпенков С.Х. Экология: учебник для вузов / С.Х. Карпенков. - М.: Директ-Медиа, 2015. - URL:http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=273396
5. Маринченко, А.В. Экология: учебник / А.В. Маринченко. - 7-е изд., перераб. и доп. - Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=452859
6. Медведев В.И. Социальная экология. Экологическое сознание: учеб. пособие для бакалавриата и магистратуры - М.: Издательство Юрайт, 2019. - Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/EC7C8231-396D-4AF9-9D0E-907E1C1A4B16
7. Ситаров В.А. Социальная экология: учебник и практикум для академического бакалавриата - М.: Издательство Юрайт, 2019 - Режим доступа: www.biblio-online.ru/book/165D2836-7F84-4E58-9220-6B191431D8B3
8. Социальная экология: учебное пособие / авт.-сост. К.В. Харин, Е.В. Бондарь - Ставрополь: СКФУ, 2017. - URL:http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494811
9. Прохоров Б. Б. Социальная экология: [учеб. по специальности "Природопользование"] - М.: Академия, 2005.
10. Экология: учебное пособие / С.М. Романова, С.В. Степанова, А.Б. Ярошевский, И.Г. Шайхиев - Казань: Издательство КНИТУ, 2014. - URL:http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428110.

Дополнительная:

1. Горелов А.А. Социальная экология: учебное пособие / А.А. Горелов. - 3-е изд., стер. - Москва: Флинта, 2012. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=461010
2. Коробкин В.И. Экология в вопросах и ответах: Учеб. пособие.- Ростов -на -Дону: Феникс, 2002, 2005
3. Миркин Б.М. Основы общей экологии. – М.: Унив.кн., 2005 – МО РФ.

4. Потапкин Е.Н. Социальная экология и природопользование: методические рекомендации к лабораторным занятиям - Саранск: МГПИ им. М.Е. Евсевьева, 2014 - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/76375

5. Ситаров, В.А. Социальная экология: учеб. пособие для студентов высш. пед. учеб. заведений - М.: Академия, 2000.

6. Стурман В.И. Глобальные и региональные экологические проблемы. Учеб. Пособие - Ижевск: Изд. Дом Удмурдский университет , 2005 – УМО РФ

7. Тулякова О.В. Экология: учебное пособие / О.В. Тулякова. - М.: Директ-Медиа, 2013. - Режим доступа: - URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229845

8. Шилов И.А. Экология. М.: Высшая школа, 2006 – МО РФ

Лилия Мунировна Сафиуллина
Рустэм Расшатович Кабиров
Рида Сагитовна Мусалимова

ОБЩАЯ И СОЦИАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ

КРАТКИЙ КУРС ЛЕКЦИЙ

МИНПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. М. АКМУЛЛЫ»**

Л.М. Сафиуллина, Н.Б. Гибадуллина, А.А. Бадикова

МЕТОДЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА ЛЕТНЕЙ ПОЛЕВОЙ ПРАКТИКЕ

(учебно-практическое пособие)

Уфа-2020

УДК 574/577
ББК 28.080.1

Печатается по решению редакционно-издательского совета Башкирского государственного педагогического университета им. М.Акмуллы

Сафиуллина Л.М., Методы экологического мониторинга на летней полевой практике: учебно-практическое пособие / Л.М. Сафиуллина, Гибадуллина Н.Б., Бадикова А.А. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2020. – 20 с.

Пособие предназначено для бакалавров дневной формы обучения направления «Биология» профиля «Биоэкология» Естественно-географического факультета Башкирского государственного педагогического университета им. М.Акмуллы.

Учебно-практическое пособие составлено 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 «Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков по экологическому мониторингу».

Настоящее учебно-практическое пособие представляет собой сборник практических заданий для проведения в полевых условиях в отсутствии специального оборудования.

© Сафиуллина Л.М., Гибадуллина Н.Б., Бадикова А.А.
© Издательство БГПУ им. М. Акмуллы, 2020

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Целью практики по получению первичных профессиональных умений и навыков по экологическому мониторингу является закрепление и углубление теоретической подготовки обучающегося и приобретение им практических навыков и компетенций в сфере проведения полевых и лабораторных исследований в области экологии и биологии, применения современных методов оценки загрязнений воздуха, почвенного покрова и поверхностных вод, оценки экологической ситуации на основе комплекса показателей, включающих существующие базы данных и полученные самостоятельно результаты.

Задачами производственной практики по экологическому мониторингу являются:

1. Закрепление у студентов основ теории экологического мониторинга и экологического анализа объектов окружающей среды.
2. Формирование у студентов представления о наборе прикладных задач, решаемых современными методами экологического мониторинга.
3. Обучение студентов приемам полевого отбора проб объектов мониторинга, проведению анализа экологической ситуации на местности в целях осуществления дальнейших мониторинговых исследований, включая диагностику источников загрязнений в районе исследования.

Данная практика логически и содержательно-методически связана с лекционно-практическим курсом «Экологический мониторинг».

Практика углубляет полученные знания и базовые умения в области определения загрязнения, позволяет получить практические навыки полевых работ, которые невозможно преподать в камеральных условиях.

Содержание работ на практике соответствует основной направленности получаемой студентами квалификации в области контроля за состоянием окружающей среды. Освоение полевых этапов экологического мониторинга на учебной практике необходимо для дальнейшего прохождения производственных практик, выполнения курсовых и дипломных работ, самостоятельного решения научных и производственных задач.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Методика отбора проб воды

Пробу воды отбирают в посуду из стекла или из полиэтилена марок, разрешенных для контакта с питьевой водой, закрывают стеклянными или пластмассовыми пробками, прокипяченными в дистиллированной воде. В общую посуду отбирают пробу на анализ только тех компонентов, которые имеют одинаковые условия консервации и хранения.

При отборе проб из поверхностных водоемов или водотоков следует соблюдать определенные меры безопасности: пробоотбор проводить вдвоем, чтобы в случае необходимости партнер мог оказать помощь. При отборе проб следует обращать внимание (фиксировать в журнале) на сопровождавшие отбор проб гидрологические и климатические условия, такие как осадки и их обилие, паводки, застойность водоема и др.

Количество проб в створе определяется условиями смешения речных вод со сточными водами или водами притоков: при неоднородности химического состава (это, как правило, большие реки) в створе отбирают не менее трех проб – в месте наибольшей скорости течения и на расстоянии 3-5 м от обоих берегов; при однородности химического состава (малые реки) вполне допустимо отбирать одну пробу в месте наибольшего течения.

При глубине водного объекта до 5 м отбирается одна поверхностная проба (в 0,2-0,3 м от поверхности воды летом и у нижней поверхности льда зимой); при глубине от 5 до 10 м – две (у поверхности и в 0,5 м от дна; при глубине более 10 м – три (у поверхности воды, на половине глубины и придонная – в 0,5 м от дна).

Для отбора глубинных проб используют батометр (можно самодельный). Самодельный батометр представляет собой бутыль емкостью 0,5-1 л с прикрепленным к ней тонким шнуром необходимой длины. Бутыль закрывают пробкой со шнуром и помещают в футляр, имеющий груз и петлю. К петле привязывают веревку с отметками, указывающими глубину погружения. На нужной глубине выдергивают пробку из бутыли и после наполнения емкости водой поднимают ее.

Дождевая вода собирается при помощи воронки (диаметром не менее 20 см) в мерный цилиндр (или другую подручную емкость).

Грунтовые воды изучают, отбирая пробы из артезианских скважин, колодцев, родников.

При отборе проб воды из водопроводных сетей соблюдают следующие основные правила: перед наполнением емкости воду пропускают в течение 10-15 мин.; для отбора не используют концевые участки водопроводных сетей, а также участки с трубами малого диаметра (менее 1,2 см); при отборе вода должна медленно течь в пробоотборную емкость до ее переполнения.

Отобранную пробу нельзя долго хранить, так как в результате протекания физико-химических и биохимических процессов могут изменяться свойства воды (иногда довольно значительно), что сказывается на достоверности и точности анализа.

Для получения надежных результатов необходимо проводить несколько повторных (параллельных) определений из одной пробы, после чего следует провести статистическую обработку полученных результатов.

Определение органолептических свойств воды

Определение показателей данной группы является обязательным при любом исследовании воды. 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 очень полезными.

Каждый человек инстинктивно осознает качество воды: 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. При25-30°С вода неприятна и вызывает рвотный рефлекс. Поэтому по международному стандарту температура питьевой воды не должна превышать25°С.

Оборудование: проба воды, термометр.

Ход работы. Держать в пробе воды термометр в течение 5 мин. Данные занести в таблицу 1.

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 менее30см ограничивается водопотребление. Гигиеническое нормирование осадка обусловлено тем же, что и прозрачности.

Оборудование: газетный текст, цилиндр с плоским дном, линейка, проба воды.

Ход работы.

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. Данные занесите в таблицу 1.

3. Определение осадка в воде.

Оборудование: проба воды, цилиндр.

Ход работы. Взболтанную в бутылке воду налейте в цилиндр слоем до30 см и оставьте в покое на 1 час. Осадок оцените качественно (песчаный, глинистый, илистый, кристаллический, хлопьевидный). Отметьте цвет осадка. Данные занесите в таблицу 1.

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):

0 – 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.

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	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, закройте стеклом и нагревайте до 60^0С. Затем колбочку вращательным движением взболтайте и, сдвинув стекло, быстро определите запах. Данные занесите в таблицу 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 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 2.

Таблица 2.

Показатели, характеризующие органолептические свойства воды

Показатели	**Нормативы**	**Оценка**
Температура	Не более 25^0С	
Прозрачность	Не менее 30 см	
Цветность	Бесцветная	
Запах	До2-3	
Привкус	Баллы	
Осадок	Без осадка	

После проведения всех лабораторных работ сформируйте заключение о качестве анализируемой воды.

Определение водородного показателя (pH)

Большинство природных вод имеет реакцию среды от 4,5 до 8,5 единиц.

Более низкие значения pH (до 3) могут наблюдаться в кислых болотных почвах за счет повышенного содержания гуминовых кислот. Чем больше в окружающем воздухе диоксида углерода, тем ниже pH в контактирующей с воздухом воде. Летом при интенсивном фотосинтезе (особенно в период цветения) pH может повышаться до 8-9. На величину pH влияет содержание карбонатов, гидроксидов, солей, подвергающихся гидролизу, гуминовых веществ и т.д.

Согласно рекомендациям Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) для внутреннего употребления человека относительно безопасной

считается вода с pH от 6,5 до 8,5; питьевая вода должна быть нейтральной (pH~7), кислотность поверхностных вод не должна выходить за пределы 6,5-8,5. Для всего живого в воде (за исключением некоторых кислотоустойчивых бактерий) минимально возможная величина pH=5.

Атмосферные осадки обычно имеют значение pH 5,6-5,7. Естественное «подкисление» атмосферных осадков обусловлено, прежде всего, взаимодействием диоксида углерода с атмосферной влагой: $CO_2+H_2O=H_2CO_3$. Если же в атмосфере наряду с природными кислотообразующими оксидами присутствуют и токсичные промышленные вещества (например, диоксид серы, сероводород, оксиды азота), то их взаимодействие с атмосферной влагой приводит к повышению кислотности. Дождь, имеющий pH < 5,5, считается «кислотным дождем». Продолжительное выпадение дождей с pH 4,0-4,5 приводит к серьезным экологическим нарушениям (закислению природных водоемов и почв), становится причиной отмирания листьев на деревьях (особенно хвойных), уничтожения травянистой растительности, гибели многих видов рыб и других обитателей водоемов. Негативное влияние кислотных дождей сказывается на усилении коррозии металлов, разрушения гипсов и бетонов, мрамора и известняка. Попадание на кожные покровы человека воды с pH ниже 3,0-3,5 или выше 11 единиц вызывает зуд, покраснение и даже химический ожог.

В результате происходящих в воде химических и биохимических процессов и потерь углекислоты pH воды быстро меняется, поэтому pH рекомендуется определять на месте отбора проб следующими возможными способами:

1. С помощью универсального индикатора. В пробирку, сполоснутую несколько раз анализируемой водой, наливают 5 мл исследуемой воды, прибавляют 3-4 капли универсального индикатора, перемешивают и по окраске раствора оценивают величину pH: розово-оранжевая – pH около 5; светло-желтая – 6; светло-зеленая – 7; зеленовато-голубая – 8. Окраску следует оценивать при рассеянном свете, на белом фоне, на расстоянии 20-25 см в слегка наклоненном положении.

2. С помощью универсальной индикаторной бумаги – на лист универсальной индикаторной бумаги наносят несколько капель анализируемой воды, появившуюся окраску сравнивают с контрольной шкалой, которая всегда прилагается к набору бумаги.

Эти методы используются для грубой (сигнальной) оценки pH, так как точность их определения невелика.

Сформируйте заключение о проделанной работе.

Определение химического потребления кислорода (ХПК)

Присутствующие в воде органические соединения могут претерпевать не только аэробное биохимическое окисление в результате жизнедеятельности бактерий, используемое при определении БПК. При наличии соответствующих условий протекают также химические реакции

окисления органических веществ. Характеристикой процесса химического окисления, а также мерой содержания в воде органических веществ является потребление в реакции кислорода, химически связанного в окислителях. Показатель, характеризующий суммарное содержание в воде органических веществ по количеству израсходованного на окисление химически связанного кислорода, называется химическим потреблением кислорода (ХПК), или окисляемостью. Поскольку в воде помимо органических веществ могут содержаться и различные неорганические соединения, способные окисляться (соли железа (II), сульфиты, нитриты, сероводород и др.), можно сказать, что окисляемость – это общее количество содержащихся в воде восстановителей (органических и неорганических), реагирующих с сильными окислителями.

Таким образом, ХПК (окисляемость), являясь интегральным показателем, в настоящее время считается одним из наиболее информативных показателей антропогенного загрязнения вод и повсеместно используется при контроле качества природных вод, исследовании сточных вод и т.д. Результаты определения окисляемости выражаются в миллиграммах потребленного кислорода на 1 л воды (мгО/л).

Для определения перманганатной окисляемости (более простой метод) на практике используют перманганат калия (перманганатная окисляемость). Рекомендуется для контроля питьевой, а также природных незагрязненных или слабозагрязненных вод. Нормативы на ХПК в воде водоемов: для питьевой воды – 5,0 мгО/л (для перманганатной окисляемости).

Качественное определение ХПК (перманганатная окисляемость). В этом методе окрашенный перманганат-ион частично (в количестве, эквивалентном восстановителю) восстанавливается до практически бесцветного катиона марганца (II):

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e = Mn^{2+} + 4H_2O.$$

Чем больше в пробе содержится восстановителей (чем выше окисляемость), тем большее количество перманганат-ионов вступает в реакцию, тем сильнее обесцвечивается раствор перманганата калия. По цвету, который приобретает анализируемая проба после выполнения анализа, можно ориентировочно оценить величину окисляемости.

Выполнение анализа. 5 мл исследуемой воды (предварительно отфильтрованной) помещают в пробирку, добавляют 0,3 мл раствора серной кислоты (1:3) и 0,5 мл 0,01 моль·экв/л раствора перманганата калия. Смесь перемешивают, оставляют на 20 мин., после чего оценивают величину перманганатной окисляемости (табл. 3).

Таблица 3.

Ориентировочная величина перманганатной окисляемости

Окраска пробы воды	**Окисляемость, мгО/л**
Ярко лилово-розовая	1
Лилово-розовая	2
Слабо лилово-розовая	4
Бледно лилово-розовая	6

Бледно-розовая	8
Розово-желтая	12
Желтая	16

Сформируйте заключение о проделанной работе.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Рекомендации по организации экологического мониторинга атмосферного воздуха

Для изучения состава атмосферного воздуха в экологических исследованиях применяют количественные методы и индикационные оценки.

Количественные методы основаны на химическом анализе проб воздуха. Этот метод используется профессионалами, специалистами по санитарному и экологическому контролю. В полевых условиях для изучения загрязненности атмосферы обычно используются оценочные индикационные методы. Эти методы показывают, присутствует ли данный загрязнитель в атмосфере («да» или «нет») и на каких участках обследованной территории его больше (или меньше).

Индикационную оценку можно провести химическими и биологическими методами.

При использовании химических методов проводится химический анализ депонирующих сред пылевых отложений. При этом определяются продукты, образовавшиеся при «вымывании» атмосферы.

Для проведения биологической индикации применяются биоиндикаторы – растения, животные – которые своими морфологическими характеристиками, поведением, численностью указывают на состояние атмосферы в месте обитания и характеризуют ее как чистая, загрязненная, более загрязненная, менее загрязненная. Разновидностью биоиндикации является биотестирование. Биотестированием называется способ оценки качества природных сред (токсичности) с помощью специальных тест-организмов. В качестве тест-организмов используют дафний, инфузорий, можно использовать высшие растения.

Мониторинг атмосферного воздуха рекомендуется проводить с использованием следующих показателей: по химическому составу снегового покрова, кислотности атмосферных осадков (дождя и снега); по запыленности (скорость осаждения пыли в сутки); по результатам лихенодиагностики; по морфологическим и анатомическим изменениям хвои сосны, (обесхвоенность крон, повреждение, усыхание хвои, средний прирост и продолжительность жизни хвои, состояние генеративных органов сосны); по загрязнённости листового опада; по совокупности признаков и зонам произрастания от источников загрязнения; по значениям pH коры деревьев; по величине флуктуирующей асимметрии листового аппарата березы повислой; по прорастанию злаковых культур на пробах талой воды; по показателям автотранспортной нагрузки.

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 лупу.

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 4.

Таблица 4.

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.

Изучение лишайникового покрова стволов деревьев

Для оценки чистоты атмосферы используют эпифитные лишайники, т.е. растущие на деревьях. Характеристикой степени загрязнения атмосферы служат следующие признаки: % деревьев, покрытых лишайниками, частота встречаемости типа роста, степень покрытия, видовой состав.

В лихеноиндикационых исследованиях в качестве субстрата может быть использован любой вид дерева. Для оценки загрязнения атмосферы города, поселка, выбирается вид, наиболее распространенный на исследуемой территории. Это может быть липа мелколистная, сосна обыкновенная, тополь бальзамический. Деревья должны быть примерно одного возраста, старше 20 лет.

Обследование развития лишайниковой флоры на разных участках проводят по следующему плану:

1. Определение видового состава лишайников.

2. Определение обилия в баллах, проективного покрытия (%) и расчет коэффициента встречаемости по формуле:

$$R = a/в \cdot 100\%,$$

где R – коэффициент встречаемости; a – число площадок, где данный вид встречается; b – число исследованных площадок.

3. Частота встречаемости видов.

Для проведения обследования необходимо хорошо знать материал по видам лишайников, используя определители лишайников (А.Г. Цуриков, О.М. Храмченкова «Листоватые и кустистые лишайники: Атлас-определитель», 2009. - 123 с. «Школьный экологический мониторинг», 2000. С. 96–122 и др.)

Определение % деревьев, имеющих лишайники является самым простым способом оценки. При этом город или поселок делится на квадраты, в каждом квадрате подсчитываются деревья выбранного вида – общее количество и число деревьев, на которых есть лишайники. Наличие лишайников определяется не по всему стволу, а только на высоте 1,4-1,6 м. Полученные результаты наносятся на план местности и методом изолиний на обследованной территории выделяются зоны с минимальным процентом деревьев с лишайниками, со средним и максимальным, что соответствует максимальному, среднему и минимальному уровню загрязнения атмосферы.

Оценка частоты встречаемости лишайников. Для проведения этого исследования нужна палетка – деревянная рамка 10×10 см, разделенная внутри тонкими проволочками на квадраты по 1 $см^2$, и компас. Вместо деревянной рамки, можно использовать палетку, изготовленную из тонкой прозрачной полиэтиленовой пленки. На каждом дереве с южной и северной стороны ствола на высоте 140-160 см с помощью палетки выделяют две пробные площадки. На каждой площадке по сетке подсчитывают 1) площадь, занимаемую лишайниками определенного типа роста (накипные, листоватые, кустистые) в $см^2$ и 2) проективное покрытие каждого типа роста также в $см^2$.

Изучают лихенофлору на разных участках, расположенных в районе действия антропогенного фактора и контрольном.

В журнале обследования регистрируют характеристику древостоя, показатель развития кроны дерева, расположение анализируемого участка лишайникового покрова на стволе, характеристику коры, вид лишайника. Необходимо выявить повторяемость или исчезновение различных видов лишайников (по мере приближения к источнику загрязнения).

Те виды лишайников, которые закономерно будут исчезать на деревьях (при приближении к источнику загрязнения), можно будет считать диагностическим (самым чувствительным) видом на данное загрязнение воздушной среды.

Сравнение данных по тому и другому участку позволяет сделать вывод о чистоте воздуха. По полученным результатам заполняется табл. 5.

Таблица 5.

Развитие лишайниковой флоры на разных участках (1 и 2)

Видовой состав	Обилие в баллах		Покрытие		R		Высота в см	
	1	2	1	2	1	2	1	2

Примечание: цифры 1 и 2 означают два разных участка.

Определение чистоты атмосферного воздуха с использованием листового опада

Ход работы. Для этого осенью отбирают пробы листового опада с разных точек исследуемой территории. Пробы листового опада измельчают. 10 $см^3$ молотого листового опада помещают в чашку Петри, заливают 20 мл дистиллированной воды; накрывают фильтровальной бумагой; на фильтровальную бумагу кладут 10 семян кресс-салата; закрывают крышкой чашку Петри и ставят на подоконник. В качестве контроля используют водопроводную воду. Через 3-4 дня определяют процент всхожести семян и длину проростка. Вычисляют коэффициент К, равный отношению всхожести семян в контроле к всхожести семян в пробе. При К = 1-1,1 – воздух относительно чистый; при К = 1,1-2 – воздух слабо загрязнен; при К = 2-4 – воздух загрязнен; при К больше 4 – воздух сильно загрязнен. Делается вывод о чистоте воздуха.

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 (района) 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 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 6.

Таблица 6.

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					

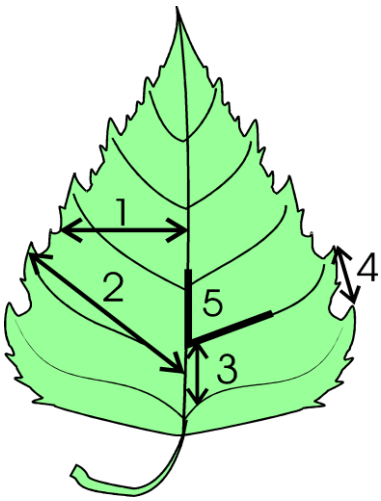
5. По состоянию сосны сделайте вывод о степени загрязнения разных участков города (района).

Оценка экологического состояния местности по флуктуирующей асимметрии листьев березы

1. Сбор полевого материала проводится по методике А.В. Яблокова и В.М. Захарова. Для сбора выбирают 5 мест (например: сквер вблизи детской школы, зеленая зона около детского, район полигона твердо-бытовых отходов, район автомагистрали и т.д.).

2. Согласно требованиям методики, листья собирают с растений, находящихся в примерно одинаковых экологических условиях по уровню освещенности. Листья берут с 5 близко растущих деревьев – по 10 листьев с каждого дерева, всего – 50 листьев с каждой площадки. Листья берут из средней части кроны, с максимального количества доступных веток, с разных по направлению (условно – с севера, юга, запада и востока) примерно одного, среднего размера и только с укороченных побегов.

3. Собранный материал обрабатывается сразу же, пока листья не завяли. Для обработки собранного материала используют линейку и транспортир. С каждого листа снимают показатели по 5-ти параметрам с левой и правой стороны листа:



1) ширина половинки листа (для измерения лист складывают поперек пополам, прикладывая макушку листа к основанию, потом разгибают и по образовавшейся складке производят измерения;
2) длина второй жилки второго порядка от основания листа;
3) расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка;
4) расстояние между концами этих жилок;
5) угол между главной жилкой и второй от основания жилкой второго порядка.

4. Данные измерений занесите в таблицу 7.

Таблица 7.

Величины промеров листьев

№ листа	Ширина половинок листа, мм		Длина второй жилки, мм		Расстояние между основаниями 1 и 2 жилок, мм		Расстояние между концами 1 и 2 жилок, мм		Угол между центральной и 2 жилкой,	
	слева	справа	слева	справа	слева	справа	слева	справа	слева	справа
1.	26	23								
2.										
3.										
4.										
5.										
6.										
7.										
8.										
9.										
10.										

Разница между промерами левых и правых половинок листа делится на сумму промеров по каждому признаку. Например, 26-23:49=0,06.

5. Полученное значение (0,06) внести в соответствующую строку таблицы 8.

Таблица 8.

Вспомогательная таблица расчетов интегрального показателя флуктуирующей асимметрии в выборке

№ листа	Величина асимметрии признаков					Величина асимметрии листа
	Ширина половинок листа, мм	Длина второй жилки, мм	Расстояние между основаниями 1 и 2 жилок, мм	Расстояние между концами 1 и 2 жилок, мм	Угол между центральной и 2 жилкой, °	
1.	0,06	0,08	0,1	0,1	0,03	0,074
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						

10.						

6. Сумму величин асимметрии по 5 признакам разделить на 5. Получится величина асимметрии листа (по 10 листьям), разделить на 10, получится средняя величина показателя стабильности развития для данной выборки (см. таблицу 9).

Таблица 9.

Определение уровня загрязнения по величине показателя стабильности развития для березы повислой

Балл	**Величина показателя стабильности развития**	**Шкала**
I	<0,040	Условная норма
II	0,040 - 0,044	Слабое влияние неблагоприятных факторов
III	0,045 - 0,049	Загрязненные районы
IV	0,050 - 0,054	Загрязненные районы
V	>0,054	Критическое значение

Для оценки степени нарушения стабильности развития удобно использовать пятибалльную шкалу (см. таблицу 9). Пока такая шкала предложена только для березы, поскольку для этого объекта собран достаточно обширный материал. Первый балл шкалы – условная норма. Значения интегрального показателя асимметрии (величина среднего относительного различия на признак), соответствующие первому баллу, наблюдаются обычно в выборках растений из благоприятных условий произрастания, например, из природных заповедников. Пятый балл – критическое значение, такие значения показателя асимметрии наблюдаются в крайне неблагоприятных условиях, когда растения находятся в сильно угнетенном состоянии. Если величина асимметрии листьев достигает критического значения, то следует предполагать высокую степень загрязнения окружающей среды промышленными и/или транспортными выбросами.

Нужно помнить, что для растений неблагоприятными могут быть и климатические факторы, особенно в северных районах. Поэтому желательно одновременно провести сбор листьев берёзы для последующего сравнения в предположительно «чистом» участке или территории, наиболее удалённой от источников выбросов, не испытывающей нагрузки антропогенных факторов.

7. Для наглядности изображения, полученные результаты величины флуктуирующей асимметрии, отразите в диаграмме.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОЧВЫ

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 почвенных условий.

Таблица 10.

Растения– индикаторы плодородия почв

Плодородие почв	Растения-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.

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 $м^2$ - 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.

Изучение влияния дорог на окружающую среду

1. Обследуйте дороги (грунтовые, асфальтированные), условно ограничив территорию какими-либо рамками.

2. Подсчитайте, какой процент площади занимают местные дороги.

3. Подсчитайте, какой объем плодородного слоя изъят из биотического круговорота веществ, не улавливает солнечной энергии и не производит органического вещества.

4. Определите поток транспорта на самой напряженной и самой спокойной магистралях (количество машин за 1 час и за 1 сутки в целом).

5. Сделайте отчет о выполнении задания, включающий составленный план местности, а также загруженность дорог, в виде таблицы.

6. Дайте характеристику растительных сообществ вблизи дорог и на расстоянии от них, а также определите процент площади, занятой дорогами, и объем почвы, изъятой из биотического круговорота веществ.

7. Сделайте вывод о степени влияния различных типов дорог на окружающую среду.

Воздействие транспортных выбросов на семена высших растений

Оборудование: Пробы почвы, семена высших растений с высокой степенью всхожести, банки на 100 мл, марля для фильтрования, фотокюветы, ножницы, технические весы.

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 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 или железнодорожные пути (если имеются)
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 холодной кипяченой воды в течение 5 минут и фильтруйте через марлевый фильтр.

2. На дно фотокюветы настелите 1-3 слоя марли и разложите по 25-50 семян 3-5 видов растений.

3. Увлажните 10 мл раствора из соответствующих образцов почвенных вытяжек, пронумеруйте. На поверхность семян настелите еще один слой марли.

4. Контролем служит водопроводная вода. Фотокюветы закройте для предотвращения быстрого высыхания и поставьте на проращивание.

5. По окончании проращивания оцените всхожесть семян и длину проростков в каждом варианте. Полученные данные занесите в таблицу 11. На основании табличного материала постройте график.

Таблица 11.

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						

Литература

1. Ашихмина Т.Я. Школьный экологический мониторинг: Учебно-мет. пособие. – М.: АГАР, 2000. – 386с.

2. Кабиров Р.Р., Сугачкова Е.В. Оценка качества окружающей среды: Учебно-мет. Пособие. – Уфа: Вагант, 2005. – 128с.

3. Основы экологического мониторинга: Практ. пособие для бакалавров экологии / И.С. Белюченко, А.В. Смагин, Г.В. Волошина, В.Н. Гукалов, О.А. Мельник, Ю.Ю. Никифоренко, Е.В. Терещенко, Л.Н. Ткаченко, Н.Б. Садовникова, Д.А. Славгородская. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – 252 с.

4. Экологический мониторинг: учебно-методическое пособие / автор-сост. Т.Я. Ашихмина – Киров: ООО «Типография «Старая Вятка», 2012. – 95 с.

Лилия Мунировна Сафиуллина
Наркас Байрасовна Гибадуллина
Альбина Асхатовна Бадикова

МЕТОДЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА ЛЕТНЕЙ ПОЛЕВОЙ ПРАКТИКЕ

(учебно-практическое пособие)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. М.АКМУЛЛЫ

Л.А.Гайсина, А.И Фазлутдинова, Р.Р.Кабиров

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ВЫДЕЛЕНИЯ И КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ВОДОРОСЛЕЙ

Учебное пособие

Уфа 2008

УДК 582.26
ББК 28.591
Г 14

Печатается по решению редакционно-издательского совета Башкирского государственного педагогического университета им. М.Акмуллы

Гайсина Л.А., Фазлутдинова А.И., Кабиров Р.Р.
Современные методы выделения и культивирования водорослей: учебное пособие [Текст]. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2008. – 152с.

Пособие содержит информацию о современных подходах в технике выделения и культивирования микроскопических водорослей. Излагаются этапы исторического развития методов выращивания водорослей. Рассматриваются вопросы стерилизации питательных сред и лабораторной посуды. Представлены данные, касающиеся организации и функционирования коллекции культур водорослей.

Предназначено для студентов и аспирантов биологических специальностей вузов, учителей школ, педагогов дополнительного образования.

Рецензенты: ***Г.Г. Кузяхметов,*** *д-р биол. н., проф. (БГУ);*
М.Г. Мигранов, *д-р биол. н., проф. (БГПУ).*

ISBN 978-5-87978-509-8

© Издательство БГПУ, 2008
© Гайсина Л.А., Фазлутдинова А.И., Кабиров Р.Р., 2008
© Гайсина Л.А., обложка., 2008

Посвящается памяти
Лилии Салаватовны
Хайбуллиной

ПРЕДИСЛОВИЕ

Водоросли – древнейшие про- и эукариотические фотосинтезирующие организмы, ведущие свободный и симбиотический образ жизни. Распространенные по всему земному шару, в самых разнообразных местообитаниях, они играют огромную роль в жизни природы и человека.

Эта группа организмов обладает большим разнообразием морфологии, анатомии, онтогенеза, географии и экологии. В связи с этим водоросли являются перспективными объектами для проведения разноплановых научных исследований в области физиологии, биохимии, биофизики, генетики, космической биологии и т.д. Их используют для повышения продуктивности водоемов и плодородия почв, получения биологически активных веществ и различных пищевых и кормовых добавок, в качестве индикаторных организмов при изучении текущего состояния почв и водоемов. В последнее время проводятся исследования, направленные на изучение возможности использования водорослей для получения биотоплива и поглощения углекислого газа из атмосферы.

К сожалению, в настоящее время в плане передовых научных разработок в области альгологии (науки о водорослях) мы отстаем от зарубежных исследователей. И это отставание связано не только с недостаточностью материальной базы, но и с нехваткой научно-методической литературы, отражающей современные тенденции развития альгологии. Особенно остро ощущается недостаток работ, обобщающих опыт ведущих зарубежных и отечественных исследователей в области культивирования водорослей.

Данное учебное пособие представляет собой попытку представить самые последние достижения в области культивирования водорослей. Мы постарались рассмотреть наиболее важные моменты, связанные с экспериментальной работой в области альгологии, и объединили разнообразные сведения, касающиеся методов культивирования, изучения и хранения водорослей.

Пособие «Современные методы выделения и культивирования водорослей» состоит из семи глав. В первой главе представлен исторический обзор этапов развития техники культивирования водорослей в нашей стране и за рубежом. Во второй главе подробно рассматриваются вопросы, связанные с культивированием водорослей с указанием методик приготовления разнообразных питательных сред. В третьей главе данного издания описаны основные технические характеристики микроскопа и правила работы с ним. В четвертой главе подробно рассматриваются методы стерилизации питательных сред и лабораторного оборудования. Пятая и шестая части посвящены новейшим методам выделения водорослей и получения альгологически чистых культур. В седьмой главе представлена информация об основных условиях, необходимых для содержания коллекции культур водорослей. В приложении приведены рецепты основных питательных сред и список терминов по альгологии.

Пособие позволит ориентироваться в разнообразных современных методах выделения, культивирования и хранения водорослей широкому кругу исследователей, а также будет способствовать популяризации знаний о водорослях. Оно будет полезно не только для студентов и аспирантов, изучающих водоросли, но и для широкого круга исследователей, работающих в области экспериментальной биологии.

ГЛАВА 1. ИСТОРИЧЕСКИЙ ОЧЕРК О РАЗВИТИИ МЕТОДОВ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ВОДОРОСЛЕЙ

Многие методы и рецепты основных питательных сред, которые используются в настоящее время, были предложены в конце XIX и начале XX веков. В настоящее время в литературе накоплен значительный фактический материал по методам культивирования водорослей (Moore, 1903; Küster, 1907; Chodat, 1913; Richter, 1913; Pringsheim, 1924, 1946; Kufferath, 1928/29; Lwoff, 1932; Meier, 1932; Vischer 1937; Bold, 1942; Chu, 1942; Brunel et al., 1950; Lewin, 1959; Fogg, 1965; Venkataraman, 1969; Stein, 1973; Guillard, 1975; Richmond, 1986). Многие из этих работ содержат исторические сведения. Дадим краткий обзор основных достижений в культивировании водорослей, начиная с зарождения науки о водорослях и до середины XX века.

1.1. Культивирование водорослей в XIX веке

Немецкий ученый Фердинанд Кох (F.Koch) (1850), основатель бактериологии, смог сохранить одноклеточную жгутиковую водоросль *Haematococcus* (Chlorophyceae) в течение некоторого времени и назвал эту процедуру «культивирование». Свои опыты он проводил в Бреслау (сейчас Вроклав, Польша). Это была первая опубликованная работа о «культуре» водорослей. Однако в связи с тем, что Ф.Кох в процессе культивирования водоросли не использовал питательную среду, ему не удалось выделить *Haematococcus* из других организмов, и он не смог поддерживать культуру данной водоросли длительное время. Русский физиолог растений А.С.Фаминцын (1871) из Санкт-Петербурга, один из основателей этой дисциплины в России, сделал первую попытку выращивать водоросли с использованием растворов нескольких неорганических солей. Он выращивал несколько видов зеленых водорослей, особенно два вида, которые он определил как *Chlorococcum infusionum* (Schrank) Meneghini и *Protococcus viridis* C. Agardh. Растворы, которые он использовал, были изменены Кноппом в 1865 году для изучения сосудистых растений. Рецепт этой среды можно найти в работе Г. Болда (G.Bold) (1942) (Preisig, Andersen, 2005).

Первые сведения о чистых (аксеничных) культурах водорослей можно найти в трудах датского микробиолога Мартинуса Бейеринка (M.Beijerinck) (1890) (фото 1а), хотя позднее Георг Клебс (G.Klebs) (1890) усомнился в этом достижении. М.Бейеринк усовершенствовал бактериологический метод Р.Коха, предложенный им 10 лет назад, и в своих опытах стал использовать воду из пробы и среду с желатином.

М.Бейеринк (1890, 1893) был первым исследователем, выделившим свободноживущие виды *Chlorella* и *Scenedesmus* в якобы свободные от бактерий культуры, и он также успешно выделил симбиотическую зеленую водоросль из *Hydra («Zoochlorella»)* и лишайников (зеленая водоросль, которую он определил, как *Cystococcus humicola* Naegeli сейчас рассматривается как вид рода *Trebouxia*). Позднее он также получил якобы чистые культуры других водорослей, включая цианобактерии, и установил, что цианобактерии, такие как *Anabaena,* могут культивироваться в среде без азота (Preisig, Andersen, 2005).

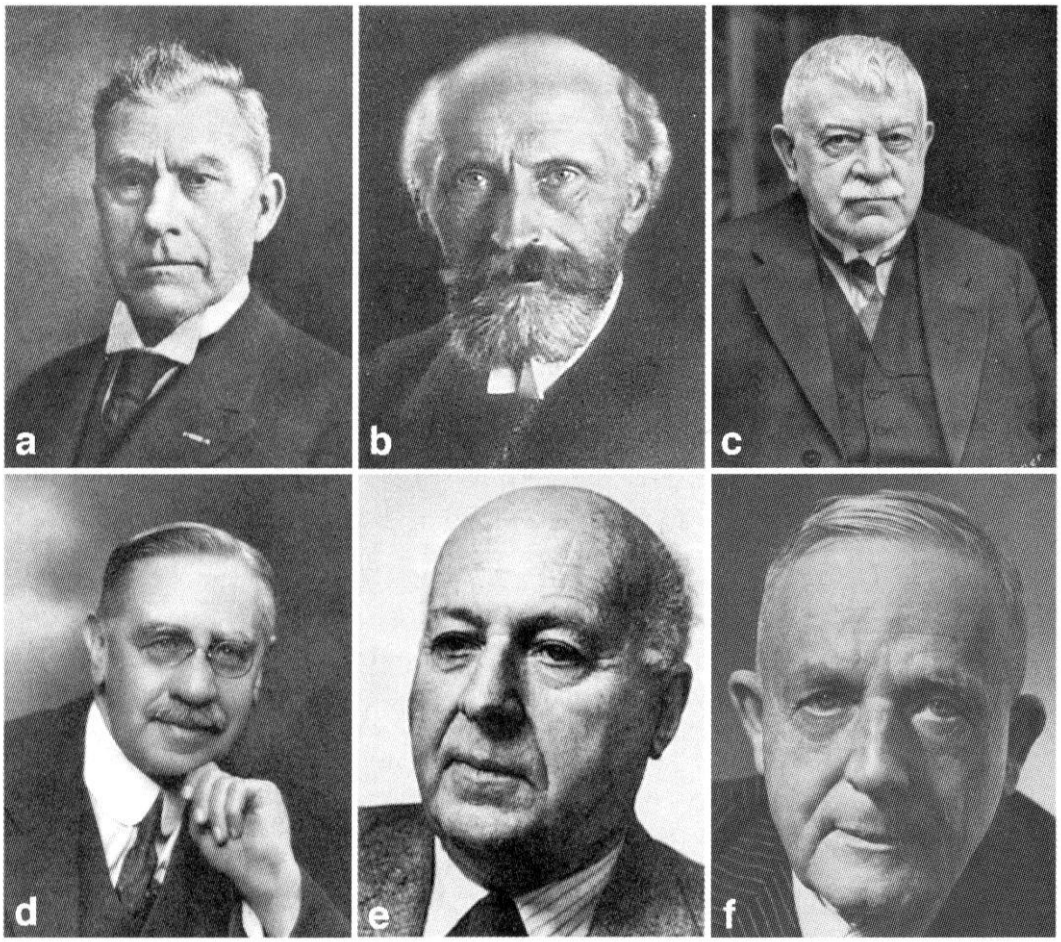


Фото.1: a - Мартинус Уильям Бейеринк (Martinus Willem Beijerinck) (1851-1931); b - Георг Клебс (Georg Klebs) (1857-1918); c - Robert Chodat (Роберт Шодати) (1865-1934); d - Edgar Johnson Allen (Эдгар Джонсон Аллен) (1866-1942); e - Ernst Georg Pringsheim (Эрнст Георг Прингшейм) (1881-1970); f - Otto Heinrich Warburg (Отто Генрих Варбург) (1883-1970) (Preisig, Anderson,2005).

Исследования, равноценные по значимости работам М.Бейеринка для зеленых водорослей, были проведены П.Миквелом (P.Miquel) в Париже в Обсерватории Монтессори для диатомовых водорослей. П.Миквел,

микробиолог, который также является великим первооткрывателем в сфере аэробиологии (Comtois, 1997), был первым исследователем, получившим чистые (аксеничные) культуры пресноводных и морских диатомовых водорослей. Кроме того, он разработал несколько новых методов, таких как использование микропипеток для выделения клеток водорослей и органической мацерации в качестве источника органических добавок в минеральную среду (добавление органических питательных материалов в форме отрубей, соломы, травы, мхов и т.д.). С помощью микропипеток и микроскопа он выделял отдельные клетки и помещал их в отдельные сосуды, содержащие питательную среду. П.Миквел также использовал метод разведения: он добавлял образец, содержащий диатомеи в подготовленную воду (питательную среду), и потом разделял эту смесь на ряд пробирок. П.Миквел предложил два раствора (A и B), содержащих минеральные соли, которые он использовал для обогащения морской воды. Позднее его знаменитые растворы A и B широко использовались для выращивания водорослей (Provasoli et al., 1957). Методика получения чистых культур диатомовых водорослей также была описана Л.Мачиатти (L.Macchiati) в Италии (Preisig, Andersen, 2005).

Немецкие исследователи Ф.Нолл (E. Noll) и Ф.Олтманнс (F. Oltmanns) еще в 1892 году опубликовали работы, обсуждающие культивирование морских водорослей, но они занимались скорее поддержанием жизнеспособности водорослей в благоприятных условиях, чем выделением чистых культур или осуществлением роста и размножения. Ботаник Ц.Нейджел (C. Naegeli), швейцарец по происхождению, в 1893 году установил, что медь оказывает сильное негативное воздействие на рост пресноводных водорослей. Он использовал водоросли рода *Spirogyra* для тестирования качества воды, используемой для культивирования. В Германии В.Крюгер (W. Krüger) в 1894 году смог получить чистые культуры бесцветных и сахарофильных коккоидных зеленых водорослей (*Prototheca, Chlorella* spp.). Х.Молиш (H. Molish) в 1895-96 гг. в Германском Университете в Праге и В.Бенеке (W. Benecke) в 1898 году в Университете Страссбурга (Страссбург) проводили эксперименты по изучению потребностей водорослей в минеральных добавках. Р.Булхак (R. Bouilhac) во Франции использовал органическую среду для выращивания цианобактерии *Nostoc* .

Но, возможно, наиболее важными исследованиями в области культивирования водорослей были опыты, поставленные Г.Клебсом (фото 1b) в Университете Базеля (Швейцария) (с 1898 года в Галле ан дер Саале и позднее в Гейдельберге, Германия). Он пытался получить аксеничные культуры нитчатых и сифональных водорослей, помещая выделенные зооспоры внутрь агара. Г.Клебс достиг успеха в выращивании водорослей, однако не смог получить бактериологически чистые культуры. Он использовал чашки Петри для культивирования, и был первым, кто выделил во-

доросли на агаре. Желатин, применявшийся в ранних микробиологических исследованиях, не подходил для этого, так как бактерии переваривали желатин, превращая твердый субстрат в жидкость (Preisig, Andersen, 2005).

Агар также использовался Н.Тишуткиным (1897) в Белоруссии, который впервые приписал себе получение чистой культуры цианобактерий, но чистота его культур всегда вызывала сомнения (Harder, 1917). Х.Вард (Ward,1899) в 1899 году в Кембридже рекомендовал разбухший агар с растворенной уксусной кислотой с последующим полным ополаскиванием для смыва всех солей (Bold, 1942). Х.Вард также описал несколько методов выделения водорослей. Первый способ был основан на смешивании агара с раствором, обогащенным питательными веществами. Стерильный раствор разливался внутрь чашки, где он позже затвердевал. В этом случае некоторые выносливые водоросли начинали прорастать. Второй способ заключался в смешивании водорослей с раствором, обогащенным азотсодержащими соединениями и стерильным силикагелем. Подобным же образом он использовал большое количество известковой воды, в которую добавлялся газообразный диоксида углерода. Образующийся карбонат кальция затем разливался в чашки для культивирования и служил для ускорения роста водорослей. Х.Вард был первым ученым, использовавшим трафарет для создания узоров (образующихся в результате роста водорослей) на твердых субстратах. Для этого он накрывал чашки непрозрачной оболочкой, с прозрачной областью в форме буквы алфавита (например, А). Таким образом, свет освещал поверхность агара только сквозь прозрачную область в форме буквы. После некоторого периода времени, в освещенной области наблюдался рост водоросли. Когда оболочку убирали, едва заметная зеленая буква алфавита была видна на агаре (Preisig, Andersen, 2005).

1.2. Культивирование водорослей в XX веке

1.2.1. Обычное культивирование водорослей

В 1900 году Х.Зумстейн (H.Zumstein), студент Г.Клебса и В.Бенеке в Базеле, получил бактериологически чистую культуру *Euglena gracilis* Klebs. Он изолировал отдельные клетки с помощью капиллярной пипетки, а для устранения загрязняющих бактерий он сделал среду максимально кислой, но не губительной для водорослей. Исследования Р.Шодата (R. Chodat) (фото 1 с) и его коллег в Женеве были важны для расширения знаний о культивировании водорослей. Однако условия культивирования Р.Шодата часто очень сильно отличались от естественных, и он обнаружил появление морфологических изменений в клетках. В течение более чем 30-летних исследований он выделил более 300 видов водорослей в чистые культуры (Chodat, 1928). В 1903 году О.Рихтер (O. Richter), родившийся в Праге австрийский ботаник, продолжил работы П.Миквела по выращиванию аксе-

ничных культур диатомовых водорослей. О.Рихтер также расширил исследования по изучению других водорослей, и в 1911 году он представил свою детальную публикацию, обобщившую все предыдущие работы по питанию водорослей (Richter, 1913). В 1903 году в Соединенных Штатах Г.Мур (Moore,1903) опубликовал резюме о культивировании водорослей. В этом же году в Великобритании Гариетт Чик (Chick, 1903) представила свою работу о *Chlorella pyrenoidosa* Chick. Она получила чистые аксеничные культуры, которые многократно проверяла и пришла к заключению, что водоросль предпочитает азот в виде солей аммония. В Германии Э.Кустер (Küster, 1907) опубликовал пособие по культивированию водорослей. В 1908 году Кустер предпринял успешную попытку вырастить динофлагелляты, хотя ему не удалось получить чистую культуру бесцветного морского вида, который он предварительно описал как *Gymnodinium fucorum* Küster.

Х.Якобсен (Jacobsen, 1910), возможно, был первым, кто в 1910 году выделил бесцветную жгутиковую водоросль *Polytoma uvella* Ehrenberg. Он также был основоположником работ в выделении водорослей родов *Carteria, Chlamydomonas, Chlorogonium* и *Spondylomorum* (Chlorophyceae). Для органического обогащения он использовал различные сахара и пептон. Шарлотта Тернец (C.Ternetz) в 1912 году продолжила исследования Х.Зумстейна (H.Zumstein), начатые еще в 1900 году в Базеле, которые были посвящены изучению органического питания *Euglena gracilis*. Она обнаружила, что зеленые формы этих организмов становятся бесцветными при выращивании в темноте, но снова приобретают зеленую окраску на свету. С другой стороны, при этом существовали постоянно бесцветные, но менее жизнеспособные формы *Euglena gracilis* (Preisig, Andersen, 2005).

В 1910 году Э.Аллен (E.Allen, 1910) (фото 1.d), директор Морской Биологической Ассоциации Соединенного Королевства, и его коллега Э.Нельсон (D.Nelson) внесли существенный вклад в развитие культивирования водорослей, включая самые ранние попытки выращивать водоросли в качестве корма для морских животных. Они выделяли и выращивали *Chaetoceros, Skeletonema* и *Thallassiosira* для питания морских беспозвоночных. Э.Аллен и Э.Нельсон создали искусственную морскую воду, используя различные концентрации солей. Кроме того, они установили важность железа как микроэлемента. Однако они добились хорошего роста водорослей только путем добавления небольшого количества естественной морской воды (менее 1-4%) к искусственно созданной. Э.Аллен в 1914 году отмечал (Allen, 1914), что этот эффект может быть следствием воздействия продуктов метаболизма бактерий и предположил, что органические микронутриенты так же важны, как и витамины, которые были только что открыты Казимиром Функом (Preisig, Andersen, 2005).

Так как Э.Аллен и Э.Нельсон выращивали массовые культуры водорослей не только в пробирках и колбах, они столкнулись с новыми

проблемами. Они быстро осознали, что в больших сосудах для культивирования лимитирующим фактором является свет, и до сих пор лимитирующее действие света продолжает оставаться главной проблемой в массовом культивировании водорослей. В связи с потребностями в большом объеме культур, они перестали использовать искусственную морскую воду и впоследствии стали использовать только обогащенную естественную морскую воду. Они установили, что вода в гавани («резервуарная вода») была загрязнена, а морская вода из Английского Канала («внешняя вода») была намного чище. Для очистки больших объемов морской воды, они кипятили её с последующим очищением древесным углем и пероксидом водорода. Исследователи даже пытались озонировать морскую воду, сообщая о небольшом успехе с использованием «несовершенного аппарата». Они предположили, что «промывка» раствора, проводимая П.Миквелом, могла бы быть «защитной» процедурой, при которой смывались или обезвреживались опасные субстанции (например, токсины). Подобное происходило при использовании древесного угля (содержащего большое количество кальция и фосфата магния) и пероксида водорода, которые оказывали подобный защитный эффект. Э.Аллен и Э.Нельсон установили, что нитрат калия был первостепенно важным «питательным» ингредиентом в растворе Миквелла и обнаружили, что в некоторых случаях требовалось добавление фосфата.

Эти выдающиеся исследователи выращивали много диатомовых водорослей на «Морской воде Миквелла». Эта среда также поддерживала рост нескольких видов неустановленных видов красных водорослей, цианобактерий, зеленых водорослей (например, *Enteromorpha)*, *Vaucheria* (Xanthophyceae), и даже молодых растений *Laminaria* (Phaeophyceae). Эти наблюдения подвели Г.Дрю (Drew, 1910) к проведению экспериментов по искусственному культивированию *Laminaria digitata* (Hudson) Lamouroux и к открытию ранних стадий их жизненного цикла. Таким образом, Э.Аллена можно считать основоположником марикультуры водорослей, впервые использовавшим водоросли для корма морских животных и заложившим основы культивирования водорослей.

Хотя Г.Дрю (Drew,1910) смог культивировать *Laminaria,* он не обратил внимания на то, что водоросль имеет микроскопический гаметофит, и что макроскопическое растение является спорофитом. Первое открытие гетероморфного жизненного цикла у бурых водорослей было сделано несколькими годами позже С.Саважем (Sauvageau, 1915) во Франции, который культивировал *Sacchorhiza bulbosa* J.Agardh (другой вид порядка *Laminariales).* Это очень важное открытие С.Саважа привело к повышенному вниманию многих исследователей к проблеме культивирования бурых водорослей. Стало очевидным, что циклы развития многих водорослей этой группы невозможно установить без лабораторного культивирования.

В 1912 году Э.Прингшейм (E.Pringsheim) (фото1e), в то время работавший в Халле ан дер Саале (Германия), опубликовал первую часть своей монографии о методах культивирования водорослей (после многочисленных дополнений в течение долгого периода времени вплоть до 1970 года, его книга «Чистые культуры водорослей» 1946 года (Pringsheim, 1946) и ее перевод на немецкий в 1954 году были очень популярны). В работе 1912 года Э.Прингшейм (Pringsheim, 1912) показал, что хлор в водопроводной воде вреден для выращивания пресноводных водорослей. Вместо водопроводной или ключевой воды он использовал дистиллированную воду, полученную с помощью стеклянного дистиллятора. Было доказано, что дистиллированная вода, полученная с помощью металлического аппарата, является практически непригодной. Э.Прингшейм также усовершенствовал методику изоляции отдельных клеток или нитей с помощью капиллярной пипетки для уменьшения бактериального загрязнения. В этом же году он начал использовать почвенную вытяжку и позднее торф как добавки в очищенные минеральные среды для улучшения роста. С тех пор эти методики стали широко использоваться при культивировании водорослей.

Двухфазные культуры с пастеризованной почвой, покрытой водой, не только могли поддерживать лучший рост инокулированного материала, но также позволяли выращивать в культуре формы, не растущие на обычных средах. Установление того факта, что включение источников органического углерода в среды для культивирования способствует развитию бесцветных форм водорослей, привело к исследованиям гетеротрофии водорослей.

Согласно сведениям Р.Хардера (Harder, 1917), Э.Прингшейм был первым, кто смог получить аксеничные культуры цианобактерий. В 1921 году Э.Прингшейм установил, что ацетат является превосходным субстратом для гетеротрофного роста бактерий. Он показал, что различные виды Volvocales, Euglenophyceae, Cryptophyceae и диатомовые водоросли могут расти в темноте на ацетате, но не на глюкозе. С годами Э.Прингшейм создал большую коллекцию культур водорослей, сначала в Халле ан дер Саале, позднее в Германском Университете в Праге, которая к 1928 году включала почти 50 видов (к 1929 году более 100 видов). Позднее коллекция была перемещена в Кембридж и положила начало знаменитому Центру Культивирования Водорослей и Протозоа (CCAP). В 1953 году Э.Прингшейм покинул Кембридж и вновь уехал в Германию. Из взятых с собой субкультур он основал другую большую коллекцию водорослей - Коллекцию Культур Водорослей Геттингена (SAG). В целом, Э.Прингшейму удалось выделить приблизительно 2000 культур, представляющих 400 видов водорослей.

Отто Варбург (Warburg, 1919) (фото1f), прославленный физиолог и биохимик, живший в Берлине, установил, что быстрорастущие зеленые водоросли, такие, как *Chlorella*, являются идеальными эксперимен-

тальными объектами в биохимических и физиологических исследованиях и использовал эти культуры в своих работах по изучению процесса фотосинтеза. Он обогащал жидкие питательные среды воздухом, насыщенным диоксидом углерода, и применял искусственные источники света, состоящие из лампы в 300Вт в стеклянном стакане с холодной водой, который служил экраном, абсорбирующим инфракрасное излучение.

Похожий искусственный источник света был описан М.Хартманом (M.Hartmann). Подобные лампы он использовал в своих успешных экспериментах по культивированию вольвоксовых водорослей (например, *Eudorina, Gonium*), которые ранее рассматривались как наиболее трудно культивируемые (Hartmann, 1924). Первыми исследователями, получившими чистые культуры *Volvox*, были русские ученые Е.Успенский и В.Успенская (Uspenski, Uspenskaja, 1925). Они использовали среду, содержащую смесь минеральных солей, включая железо, с добавлением цитрата для предотвращения его осаждения. Позже в Берлине Ф. Веттштейн (F.Wettstein) смог получить одновидовые, но не аксеничные культуры нескольких групп флагеллят, не культивируемых ранее (*Cryptomonas, Synura, Uroglena*), выращивая их на агаре, содержащем экстракт торфа.

Андрей Львов (A.Lwoff) (фото 2 а), работавший в Институте Пастера в Париже, был современником Прингшейма. А.Львов больше интересовался протозоа, грибами, бактериями и вирусами, однако он сделал несколько дополнений в знания о росте водорослей с использованием органических соединений, особенно аминокислот. Свои идеи он опубликовал в целом ряде сводок о методике культивирования микроорганизмов (Lwoff, 1923, 1929, 1932). Изучение потребностей некоторых водорослей в специфических органических соединениях послужили толчком для исследований М.Друпа (M.Droop) и открытия убихинона для роста динофлагелляты *Oxyrrhis marina* Dujardin (Drop, Doyle, 1966).

Э.Шрайбер (Schreiber, 1927), который работал в Варбурге и Берлине, разработал специальную комбинацию питательных веществ для культивирования вольвоксовых пресноводных водорослей и для морского фитопланктона. Его знаменитая среда, состоящая из смеси нитрата и фосфата, была основана на минимуме потребностей в двух элементах, необходимых для культур диатомовых водорослей. Д.Хаммерлинг (J.Hämmerling), студент М.Хартмана, расширил эти исследования путем добавления почвенной вытяжки в среду Шрайбера для выращивания зеленой водоросли *Acetabularia.* Эта «почвенная среда Шрайбера» в течение многих лет успешно использовалась для выращивания как одноклеточных, так и бентосных морских водорослей, которые не могли расти на других средах (Føyn, 1934).



Фото 2: a - Андрей Львов (André Lwoff) (1902-1994); b - Ульям Вишер (Whilhelm Vischer) (1890-1960); c - Харольд Чальз Болд (Harold Charles Bold) (1909-1987); d - Луиджи Провасоли (Luigi Provasoli) (1908-1992); e - Ричард Катрон Старр (Richard Cawthron Starr) (1924-1998); f - Хироши Тамия (Hiroshi Tamiya) (1903-1984) (Preisig, Anderson,2005).

Ф.Майнкс (F.Mainx), сотрудник Э.Прингшейма в Германском Университете в Праге, также внес большой вклад в знания о культивировании водорослей. Он предложил метод центрифугирования для изоляции водорослей и был одним из первых исследователей, использовавших фототаксис подвижных стадий для получения чистых культур. С.Скиннер в Университете Миннесоты модифицировал метод Бристоль-Роач в новую методику выделения водорослей с использованием агара, основанную на методе разведения (Skinner, 1932). Он готовил серию из нескольких питательных агаровых тест-пробирок, которые затем охлаждались до застывания агара. В первую пробирку он вносил несколько капель суспензии почвы и воды и многократно встряхивал пробирку. Затем он помещал небольшое количество суспензии из первой пробирки и помещал во вторую. Этот процесс повторялся более 10 раз. После инкубации он разбивал стеклянную тест-пробирку и помещал цилиндрический кусочек агара на стериль-

ную бумагу. С.Скинер многократно ломал (не резал!) агар и с помощью маленькой лупы и препаровальной иглы снимал небольшие колонии водорослей, растущие на поверхности агара. Колонии, представляющие собой потомство отдельных клеток, вносились в жидкую среду, выращивались и потом снова помещались на застывший агар. После второй серии разрушения тест-пробирки и выделения колоний из одиночных клеток он установил, что приблизительно половина колоний водорослей были аксеничными.

У.Вишер (фото 2b), ранее работавший с Р.Шодати, был выдающимся специалистом в области культивирования наземных водорослей, особенно групп Chlorophyceae и Heterocontae (Xanthophyceae/Eustigmatophyceae) (Vischer, 1926, 1937, 1960). В 1975 году его большая коллекция культур в Университете Базеля (Швейцария), включающая многие типовые штаммы, была перенесена в коллекцию культур ASIB в Инсбруке (Австрия), где она остается до сих пор и составляет бóльшую часть настоящей коллекции (Gärtner, 2004).

Трое из самых видных фикологов последнего века – Гейтлер в Вене (Австрия), Корнманн в Хелголанде (Германия) и вон Стош в Магдебурге (Германия) – при исследовании культур водорослей основной акцент уделяли жизненным циклам и систематике. Их наиболее активная научная карьера началась в 1920-х (Гейтлер) и в 1930-х годах (Корнманн и вон Стош) и продолжалась до 1980-х годов (Garbary, Wynne, 1996).

В Соединенных Штатах Харольд Болд (фото 2c) разработал собственные методы культивирования (Bold, 1936, 1942, 1974) и внес неоценимый вклад в изучение микроскопических водорослей. Его знаменитый обзор «Культивирование водорослей» (1942) стал новым словом в фикологии.

С.Чу (S.Chu), который прибыл в Великобританию из Китая в 1938 году и сначала работал вместе с Фричем в Лондоне и позднее в Милпорте и Плимуте (в 1945 году он уехал в Америку и потом вернулся обратно в Китай), также был пионером среди тех, кто изобретал питательные среды, имеющие сходство с субстратами, на которых растут водоросли в естественных условиях. Его очень успешная среда Чу-10 была сходна по составу солей и концентрации с водой из эвтрофных озер (Chu, 1942).

Л.Провасоли (фото 2d), сначала в Италии (Provasoli, 1937/38), позднее в Соединенных Штатах, вместе с С.Хатнером, И.Пинтнером и другими коллегами (Hutner et al., 1950; Provasoli, Pintner, 1953) занимался проблемой создания искусственных сред для культивирования водорослей в течение более чем 40 лет (в 1930-80-х годах). Он и его коллеги были одними из первых исследователей, использовавших антибиотики для получения бактериологически чистых культур (Provasoli et al., 1948). Хотя потребность в витаминах была известна ранее, они провели всесторонние исследования для определения потребности в витаминах для большого числа

водорослей (Provasoli, 1958б). Включение витаминов и органических экстрактов в морские среды значительно увеличивало количество водорослей, выращиваемых аксенично. Другим нововведением, которое сделало среду Провасоли такой успешной, было добавление ЭДТА (этилендиаминтетрауксусной кислоты), метаболически инертного хелатора, заменяющего органические хелаторы, такие как цитрат (Hutner et al., 1950). ЭДТА позволяла обогащенным искусственным средам и морской воде дольше сохранять свойства среды, по сравнению со средами с добавлением почвенного экстракта (Provasoli et al., 1954; Provasoli et al., 1957; Provasoli, 1958б).

Необходимость добавления микроэлементов была кратко обобщена Л.Провасоли и И.Пинтнером (Provasoli, Pintner, 1960), которые объяснили, почему сначала в среду было необходимо добавлять только железо, а потом – кобальт, медь, марганец, молибден, ванадий и цинк. Они отмечали, что в результате промышленных методов очистки «химически чистые» соли подвергаются многим изменениям, что приводит к появлению постоянно изменяющихся примесей. Другим новшеством Л.Провасоли было использование физиологически инертного pH буфера и применение глицерофосфата натрия в качестве растворимого источника фосфора, что предотвращало осаждение железа. Л.Провасоли был первым, кто смог получить аксеническую культуру зеленой ветвящейся водоросли *Ulva.* Он обнаружил, что в культуре при отсутствии бактерий для нормального развития тела водоросли необходимы растительные гормоны (Provasoli, 1958a). Наследие Провасоли существует в виде его большой коллекции морских водорослей, которые были присоединены к коллекции Роберта Джулиарда и сейчас существуют в составе Национального Центра Культивирования Морского Фитопланктона Провасоли-Джулиарда (CCMP) в Лаборатории Океанических наук Бигелоу в Мейне.

Открытие пенициллина, стрептомицина и других антибиотиков привело к их широкому использованию против бактерий в культурах водорослей. Л.Провасоли с соавторами (Provasoli et al., 1948), работая над получением аксеничных штаммов с применением антибиотиков, обнаружили, что стрептомицин может использоваться для получения бесцветных мутантов *Euglena.* Ранние сообщения о получении аксеничных культур с использованием антибиотиков включают данные М.Голдзвейг-Шелубски (M.Goldzweig-Shelubsky), который получил бактериологически чистые культуры *Scenedesmus, Navicula, Euglena* в результате обработки пенициллином; С.Спенсера (S.Spencer), который смог очистить *Phaeodactylum*; К.Рейча (K.Reich) и Д.Кана (J.Kahn) о получении аксеничной культуры *Prymnesium parvum* Carter; М.Друпа (M.Droop) о разработке метода для очистки водорослей с применением антибиотиков (Preisig, Andersen, 2005).

Р.Старр (R.Starr) (фото 2 е), студент Х.Болда, в 1953 году начал создавать коллекцию культур в Университете Индианы, которую в 1976 году перевез в Техасский Университет в Остине (Коллекция культур водорос-

лей UTEX) (Starr, Zeikus, 1993). Сначала она содержала преимущественно штаммы зеленых водорослей (особенно Volvocales, Chlorococcales, Desmidiales), которые он использовал для своих исследований, а также 200 штаммов, которые он получил от Э.Прингшейма. Эта коллекция затем была значительно расширена (в 1976 году она насчитывала 2000 штаммов), и сейчас она состоит примерно из 2300 штаммов (относящихся приблизительно к 200 различных родам), представляющих одно из крупнейших и разнообразных собраний живых водорослей на Земле.

1.2.2. Массовое культивирование микроводорослей

Кроме достижений Э.Аллена и Э.Нельсона (Allen, Nelson, 1910), которые выращивали водоросли для сельского хозяйства, ученые развивали новые методы массового производства водорослей для других целей. Первые работы по выращиванию микроводорослей (особенно *Chlorella*) на твердых культурах проводились О.Варбургом (O.Warburg) в Берлине. В Институте Океанографии Вудс Хоул (Woods Hole Oceanographic Institution) в США Б.Кетчум (B.Ketchum) и А.Редфилд (A.Redfield) описали методику поддерживания непрерывных культур морских диатомовых водорослей в больших объемах для химических анализов. Процедура включает периодический сбор урожая из установленной части (на килограмм или более сухого материала) в критический момент кривой роста, пока оставшаяся популяция продолжает размножаться и расти до сбора нового урожая. С помощью этой методики Б.Кетчум также добился роста и оптимального урожая клеток и других одноклеточных водорослей. Этот полунепрерывный метод культивирования до сих пор используется в сельском хозяйстве как средство быстрой продукции фитопланктона для корма морских животных. В Геттингеме (Германия) Р.Хардер (R.Harder) и Х.Уич (H.Witsch) также начали эксперименты по массовому культивированию диатомовых для определения возможности получения жиров из этих культур (Preisig, Andersen, 2005).

Большой аппарат для выращивания *Chlorella* в непрерывных культурах был создан Д.Майерсом (J.Myers) и Л.Кларком (L.Clark) в Техасском Университете в Остине. Они изобрели его для поддержания своих культур в определенной точке кривой роста путем разбавления раствора, контролируемого фотометрической системой. В оригинале эта установка представляла собой вертикальную камеру в форме рукава, освещенную вертикальной трубчатой лампой таким образом, чтобы эффективное освещение не зависело от общего объема раствора. Клетки собирались вручную через определенные интервалы, при этом оставляли небольшой объем раствора для инокулята.

Микроводоросли, такие как *Chlorella,* рассматривались как потенциальные объекты для коммерческого использования (например, для получе-

ния продовольствия) Х.Споером (H.Spoehr) и Х.Милнером (H.Milner) из Института Карнеги Стенфордского Университета в Калифорнии. Дальнейшие исследования по применению лабораторных методов для непрерывного промышленного культивирования хлореллы проводились П.Куком (P.Cook) в Стенфордском Исследовательском Институте, который построил небольшой пилотный (экспериментальный) завод. Заинтересованность в продолжении массового культивирования водорослей проявил Институт Карнеги через контракт с Артуром Д.Литтлом и компанией из Кембриджа (Массачусетс), который создал и запустил несколько заводов, расположенных на крыше промышленного здания (Burlew, 1953). Краткосрочные урожаи хлореллы составляли 11г сухого веса×м$^{-2}$×день$^{-1}$. Было сделано заключение, что урожая до 20-25г сухого веса×м$^{-2}$×день$^{-1}$ можно достичь только за счет улучшения технологии и культивирования в более подходящих географических условиях.

В конце 1940-х и в начале 1950-х годов важные работы по промышленному производству хлореллы проводились в Германии Х.Витшем (H.Witsch). Ф.Гуммерт с коллегами (F.Gummert) начал исследовательскую программу по крупномасштабному производству в оранжереях и на открытом воздухе в Эссене.

Примерно в это же время другая серия лабораторий и пилотных заводов по выращиванию хлореллы была запущена в Японии под руководством Х.Тамия (H.Tamiya) (фото2f) в Институте Токугайа в Токио. Эта же группа ученых добилась успехов в интродукции методики синхронизации культур. Синхронизация, экспериментально достигнутая координация индивидуальных жизненных циклов в популяции клеток, была большим прогрессом для экспериментальной работы в физиологии водорослей и впоследствии использовалась для модификации других методик (Tamiya, 1966).

Результаты первого всплеска массового культивирования микроводорослей были опубликованы в сводке под редакцией Дж.Бурлеу (Burlew, 1953). Более поздние данные о культивировании микроводорослей представлены в работе К.Соедера (Soeder, 1986).

1.2.3. Культивирование морских водорослей

Вплоть до 1950-х годов почти все морские водоросли, используемые в промышленных отраслях, собирались только из естественных местообитаний. *Porphyra* (красная водоросль), известная как «нории» в Японии, «зицаи» в Китае и «лавер» на западе, является единственной водорослью, имеющей долгую историю культивирования. Это наиболее часто употребляемая в пищу макроводоросль, произрастающая в прибрежных к юго-восточной Азии районах Тихого океана, первые упоминания о ее культивирование относятся к XVII веку (Preisig, Andersen, 2005). Повышение

природных запасов первоначально достигалось путем помещения ветвей деревьев или безлистных побегов бамбука на дно моря или очищением поверхности скал, которые служили местом для прикрепления этих водорослей. С конца 1920-х годов сети с крупными ячейками (сначала изготавливаемые из волокон кокоса, но потом замененные на сети из других материалов) натягивали горизонтально между рядами бамбука. Эти сети можно было легко перенести с поверхности земли на место культивирования, позже этот способ стал основным в производстве нори в Японии. В 1949 году британский ботаник Кетлин М.Дрю исследовала полный жизненный цикл порфиры, в частности и микроскопические стадии, что привело к пересмотру методик культивирования и инициировало быстрое развитие производства порфиры с 1960-х годов (Garbary, Wynne, 1996). Дальнейшее развитие способов культивирования порфиры и других морских водорослей было подробно описано С.Ценгом (Tseng, 1981).

1.2.4. Криопрезервация

Криобиология получила толчок для своего развития только в 1949 году, когда было обнаружено, что глицерин предохраняет сперматозоиды домашней птицы от повреждения при замораживании (Polge et al., 1949). Со времен этого открытия сохранение в жидком азоте стало стандартной методикой для длительного хранения водорослей, однако первые полные сводки о замораживании клеток водорослей были опубликованы только в начале 1960-х годов (Terumoto, 1961; Holm-Hansen, 1963).

Контрольные вопросы

1. Кто стоял у истоков культивирования водорослей?
2. Какой вклад в изучение водорослей внес М.Бейеринк?
3. Какие методы культивирования водорослей использовали в XIX веке?
4. Какой вклад в фикологию внесли П.Миквелл и Г.Клебс?
5. Чем характеризовалось культивирование водорослей в XX веке?
6. Какова роль Э.Прингшейма в создание коллекций водорослей?
7. Какой вклад в развитие культивирования водорослей внесли Х.Болд и его ученики?
8. Кто из наших соотечественников внес большой вклад в развитие фикологии?
9. Укажите способы массового культивирования морских водорослей.
10. Какова роль криопрезервации в современной фикологии?

ГЛАВА 2. КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ВОДОРОСЛЕЙ

2.1. Материалы

2.1.1. Химикаты

Химические реактивы, необходимые для приготовления питательных сред, должны быть самого высокого качества. Качество определяется изготовителем, и каждая фирма использует свою собственную маркировку для его обозначения. Для определения качества реактивов можно использовать каталоги компаний и информацию, размещенную на Интернет-сайтах. В последнее время установлено, что большинство солей и реагентов содержат следовые количества металлов и других загрязнителей, что может замедлять рост олиготрофных видов. К тому же, примеси тяжелых металлов в растворах солей могут приводить к увеличению номинальной концентрации солей в некоторых средах. В таких случаях необходима дополнительная очистка химикатов (Watanabe, 2005).

2.1.2. Оборудование

Определенный минимум оборудования (стеклянная и пластиковая посуда, аналитические весы с точностью до 1мг, pH-метр и магнитная мешалка) необходим для приготовления растворов и питательных сред. Автоклав необходим для стерилизации. Оборудование для фильтрации (вакуумная установка или шприц для фильтрации, мембранные фильтры) используется для стерилизации субстанций, чувствительных к нагреванию. Ультразвуковая моечная машина полезна для очистки стеклянной и пластиковой посуды от устойчивых загрязнений. Холодильник с морозильной камерой нужен для хранения растворов и питательных сред (Watanabe, 2005).

2.1.3. Посуда

Разнообразная посуда (мензурки, различные колбы, бутыли, пробирки, ампулы, цилиндры, чашки Петри, лопаточки, трубочки, шприцы и бюретки) используется для приготовления питательных сред, включая доступную стеклянную посуду. Кроме того, многие их этих наименований посуды существуют и в виде одноразовой и многоразовой пластиковой, включая покрытый тефлоном пластик. Для подержания культур водорослей широко используются пробирки с закручивающимися крышками и колбы Эрленмейера с силиконовыми крышками. Традици-

онные ватные пробки тоже применимы, однако они требуют определенного времени для приготовления. Силиконовые пробки могут использоваться многократно, и они обеспечивают лучший газообмен по сравнению с ватными пробками.

Существует огромное многообразие стеклянной посуды, однако не вся она пригодна для приготовления питательных сред и культивирования водорослей. Жаростойкая посуда из боросиликата, такая как Pyrex (Corning Co.Ltd.), DURAN (Shott Co.Ltd.) и HARIO (Hario Co.Ltd.), лучше всего подходит для приготовления растворов и питательных сред. Посуда из боросиликата не влияет на pH растворов и состав питательной среды и не подвергается быстрой коррозии.

Многие исследователи подчеркивают важность использования только химически чистой стеклянной посуды. Для этих целей могут использоваться различные чистящие реагенты. После очистки посуду необходимо промыть 1н. раствором HCl или HNO_3, затем водопроводной водой с последующим ополаскиванием дистиллированной водой. После этого посуда должна быть высушена. Хранят такую посуду с соблюдением правил стерильности.

Полиэтиленовая, поликарбонатная или покрытая тефлоном посуда может использоваться вместо стеклянной посуды для хранения растворов отдельных следовых металлов, комбинированных растворов металлов и растворов силикатов. Однако при этом небольшие количества металлов и кремниевые кислоты могут адсорбироваться и осаждаться на стенках бутылей. В результате этих реакций концентрация раствора будет изменяться, и конечная концентрация будет неизвестной (Watanabe, 2005).

2.1.4. Вода

Самые первые исследователи использовали ключевую воду, потому что талая и дистиллированная вода были сильно загрязнены металлами. Э.Прингшхейм (Pringsheim, 1912) предложил использовать стеклянный аппарат для дистилляции при культивировании водорослей, так как металлический делал воду слишком токсичной. Сегодня качественная вода получается путем перегонки в аппарате однократной или двойной дистилляции с кварцевым стеклянным конденсором или конденсором Pyrex, а также с деонизацией воды с дальнейшей очисткой угольными или мембранными фильтрами (например, Milli-Q, Millipore Corp.). Уровень качества определяется чувствительностью как водорослей, так и процедуры, потому что более точные экспериментальные исследования требуют более высокого качества воды (Watanabe, 2005).

2.1.5. Агар

Обычно агар состоит из агарозы и агаропектина, которые загрязнены различными примесями (Krieg, Gerhardt, 1981). Некоторые сорта агара содержат водорастворимые литические агенты против цианобактерий. Для большинства культивируемых водорослей основным требованием к агару является возможность его использования без дополнительной очистки. Для чувствительных водорослей требуется промывание агара для очистки от примесей (Waterbury et al., 1986). Существуют две методики промывания агара:

– нагреть и растворить двукратную концентрацию агара в деионизованной воде, затем охладить до застывания. Нарезать агар на кусочки и сполоснуть 1-2 раза в дистиллированной воде. Дистиллированная вода должна меняться ежедневно в течение 6-8 дней. Промытый агар с двукратной концентрацией и двукратный объем среды должны быть автоклавированы в разных посудах и смешаны после охлаждения до состояния геля;

– поместить порошковый агар в большую мензурку с двукратно дистиллированной водой (например, 100г в 3л воды) и перемешать в течение 30 минут (Waterbury et al,. 1986). Дать агару осесть и вылить воду, повторить процедуру до полной очистки воды. Удалить воду (при необходимости профильтровать) и промыть агар 3л этанола. Разделить этанол и агар путем фильтрации (например, с помощью фильтра Whatman 4 и колонки Бохнера). Затем сполоснуть агар аналитически проверенным ацетоном. Удалить ацетон и высушить агар при температуре 50˚С в течение 2-3 дней. Хранить агар в хорошо закрытом контейнере.

Возможно, что даже промытый агар останется загрязненным следовыми количествами компонентов, токсичных как для цианобактерий (Shirai et al., 1989), так и для других чувствительных водорослей. В этом случае можно использовать более дорогую, но более чистую агарозу для молекулярных исследований.

2.1.6. Почва

Жидкий почвенный экстракт или твердые частицы почвы используются для выращивания видов водорослей в том случае, если нет необходимости в точных знания о потребностях в питательных веществах и обязательным условием является поддерживание нормальной морфологии. Успешность использования почвенной вытяжки зависит от выбора подходящей почвы (Почвенные водоросли, 1969). Однако найти хорошую почву не очень просто. Например, из более чем 40 различных видов почв для культивирования хризофитовых водорослей пригодными оказались только

две (Watanabe, 2005). В качестве хороших почв для культивирования водорослей можно рекомендовать почвы из садов и оранжерей, где они не обрабатывались химикатами (различными пестицидами), почвы из заповедных лесов и лугов, не подвергающихся выпасу (Starr, Zeikus, 1993; Tompkins et al., 1995). Почва должна быть суглинистого типа, почвы с большим содержанием глины не подходят. Также не подходит кислая почва, а также почва, взятая из глубоких горизонтов. Для некоторых редких или чувствительных водорослей иногда можно использовать хорошую почву около озер или водоемов, где они растут в естественных условиях. Однако почва должна быть отобрана над уровнем воды, поскольку ниже могут осаждаться различные токсиканты.

Удалив весь мусор (камни, листья, корни, черви), почву необходимо высушить при комнатной температуре или в сухожаровом шкафу при температуре менее 60˚С. После высушивания почва должна легко измельчаться до состояния пыли. Для измельчения почвы можно использовать чистые ступку и пестик. Далее измельченную почву необходимо просеять через сито для удаления всех крупных частиц. Хранить почву следует в сухой посуде.

Для приготовления почвенной вытяжки необходимо взять 1 часть почвы и 2 части дистиллированной воды, после перемешивания смесь воды и почвы необходимо пастеризовать в течение 2 часов (Tompkins et al., 1995). Необходимо дождаться осаждения всех частиц, после чего жидкость следует профильтровать (например, с использованием фильтра Whattman). Экстракт должен быть подвергнут пастеризации или автоклавированию еще раз. Раствор должен быть тщательно укупорен и храниться при температуре 4˚С.

Существует еще один более сложный метод приготовления почвенной вытяжки с использованием щелочной экстракции. Подробное описание данного метода можно найти в статье Л.Провасоли с соавторами (Provasoli et al., 1957).

2.2. Маточные растворы

2.2.1. Общие комментарии

Среда в основном состоит из трех компонентов: макроэлементов, микроэлементов и витаминов, которые готовят как маточные растворы в количестве 100мл на 1л при концентрации питательных веществ, превышающей необходимую дозу в конечном растворе в 100 или 1000 раз. Для получения среды берут небольшое количество маточного раствора, например, всего 1мл. Использование маточных растворов дает целый ряд преимуществ:

− позволяет избежать ошибок при взвешивании маленьких количеств солей;

− однажды приготовив маточный раствор, можно многократно легко готовить питательную среду. Теоретически, если приготовить 1л маточного раствора и использовать 1 мл этого раствора для приготовления 1л питательной среды, то можно приготовить 1000л среды.

Методика приготовления маточных растворов заключается в следующем:

– добавить приблизительно 80-90% необходимого объема дистиллированной или деионизированной воды в мензурку;

– растворить необходимое количество взвешенного вещества при постоянном перемешивании. Если маточный раствор включает несколько компонентов (например, растворы микроэлементов), необходимо сначала полностью растворить первый компонент, и только после этого добавить следующий. Большинство компонентов среды легко растворяется при перемешивании, однако для быстрого растворения некоторых веществ необходимо нагревание или изменение pH среды;

– разбавить полученный раствор дистиллированной или деионизированной водой до необходимого объема.

Маточные растворы необходимо хранить в холодильнике при температуре +4˚C в плотно закрытой стеклянной или пластиковой посуде для предотвращения изменения первоначальной концентрации в результате испарения.

Маточные растворы, содержащие субстраты, которые способствуют росту бактерий и грибов, должны быть подвергнуты стерилизации. Если маточные растворы имеют видимые признаки грибного или бактериального загрязнения, они должны быть приготовлены заново. Необходимо предохранять растворы от испарения воды. При испарении воды концентрация раствора может увеличиваться до неизвестных значений. Если необходимо провести точные эксперименты, лучше всего использовать свежие маточные растворы макро- и микроэлементов. Ниже приводятся практические протоколы для приготовления растворов макроэлементов, микроэлементов и витаминов (Watanabe, 2005).

2.2.2. Макроэлементы

Маточные растворы макроэлементов необходимо готовить по отдельности в виде сильно концентрированных растворов (см. 2.2.1.). Растворы фосфатов нельзя хранить в полиэтиленовых емкостях, так как фосфат ионы хорошо адсорбируются полиэтиленом (Hassenteufel et al., 1963). Растворы силикатов не следует хранить в стеклянной посуде, так как стекло может переходить в раствор. Для этих целей лучше использовать тефлоновую, полиэтиленовую или поликарбонатную посуду. Если необходи-

мо провести эксперимент без силикатов, маточные растворы следует хранить в стеклянной посуде.

2.2.3. Микроэлементы

Растворы микроэлементов обычно готовят в виде отдельных растворов или смешанных растворов. В некоторых случаях они добавляются непосредственно в раствор в концентрациях от 0,1мг до 20мг на литр. Во многих, но не во всех средах для пресноводных водорослей Na_2EDTA (динатриевая этилендиаминтетрауксусная кислота) используется в качестве хелатора. Когда используется EDTA, ее следует добавлять сразу же после добавления металлов. Практические рекомендации по последовательности приготовления растворов приводятся ниже (Watanabe, 2005).

2.2.3.1. Приготовление отдельных растворов

Отдельные (например, содержащие соли одного металла) растворы готовятся в концентрации, в 1000 раз превышающую концентрацию в конечном растворе. Рецепты маточных растворов для приготовления питательных сред приводятся в Приложении 1. Схема приготовления маточных растворов включает в себя два этапа:

– в дистиллированную или деионизированную воду (объемом примерно 800-950мл) добавляют необходимое количество микроэлементов. В случае растворения железа, кобальта, меди, марганца и цинка можно прокипятить раствор в течение 5-10 минут для ускорения процесса;

– раствор доводят до конечного объема (1л) путем добавления дистиллированной или деионизированной воды.

Растворы солей хранят в холодильнике при +4˚С в пластиковой, плотно закрытой емкости для предотвращения испарения.

Когда необходимо приготовить раствор микроэлементов небольшой концентрации, необходимо приготовить маточный раствор, очень точно взвешивая соль. Затем нужно разбавить раствор до получения необходимой концентрации (Watanabe, 2005).

2.2.3.2. Смешанный маточный раствор (рабочий маточный раствор)

При приготовлении смешанного маточного раствора следует соблюдать следующую последовательность операций:

– в мензурку наливают приблизительно 80% необходимого объема дистиллированной или деионизированной воды (например, 800мл на 1 л раствора);

– если в качестве хелатора используется Na_2EDTA или другой хелатор, в первую очередь растворяют его;

– добавляют необходимый объем каждого микроэлемента из отдельного раствора, каждый раз хорошо перемешивая смешанный маточный раствор;

– доводят объем раствора до нужной величины дистиллированной или деионизированной водой и хранят его в холодильнике.

Для удобства лучше перелить маточные растворы в емкости маленького объема. Например, если для приготовления конечного раствора требуется 1мл маточного раствора, 1мл раствора можно поместить в эппендорф и заморозить, или же разлить раствор в склянки по 10мл (Watanabe, 2005).

2.2.4. Витамины

Для культивирования водорослей обычно используют три витамина – витамин B_1 (тиамин), витамин B_{12} (цианокобаламин) и витамин H (биотин). Многие водоросли нуждаются только в одном или двух из этих витаминов, но внесение витаминов, в которых водоросли не нуждаются, не может причинить им никакого вреда (Provasoli, Carlucci, 1974). Кроме этих трех витаминов, в рецептах некоторых сред упоминаются и другие витамины. Например, для приготовления среды для культивирования *Phacotus lenticularis* (Ehrenberg) Stein необходимо добавление никотинамида (Schlegel et al., 2000).

Витамины подвергаются многократному автоклавированию вместе с конечной средой. Несомненно, это приводит к их разрушению, но даже в этом случае они сохраняют свою эффективность. Лучше всего добавлять асептические растворы витаминов в среду после автоклавирования.

2.2.4.1. Приготовление отдельных растворов витаминов

Для биотина и цианокабаламина необходимо готовить отдельные маточные растворы, и для удобства, особенно если требуется приготовить несколько сред с различным содержанием витаминов, необходимо приготовить первоначальный раствор тиамин×HCl. Концентрация маточного раствора должна превышать концентрацию конечного раствора в 100 - 10000 раз. Точные концентрации зависят от того, какое количество витамина должно содержаться в среде.

Маточные растворы витаминов должны быть стерилизованы с использованием фильтров и помещены в емкости маленького объема (например, 1-10мл эппендорфы или пробирки из поликарбоната) с соблюдение условий стерильности. В качестве альтернативы можно предложить следующий способ: первоначальный раствор может быть помещен в маленькие пробирки и затем автоклавирован как окисленный раствор (pH=4,5-5), но при этом следует помнить, что некоторые пластмассы тают в автоклаве, а стеклянные пробирки могут разбиться при замораживании (Watanabe, 2005).

2.2.4.2. Смешанный маточный раствор витаминов

Для приготовления смешанного раствора, который обычно содержит все витамины, необходимо растворить аликвоту (обычно 1мл) каждого отдельного маточного раствора в 100 или 1000мл дистиллированной или деионизированной воды. Конечный объем смешанного раствора может различаться в зависимости от необходимой концентрации того или иного витамина в растворе. Смешанный маточный раствор стерилизуется и помещается в маленькие емкости так, как было описано выше. Этот раствор лучше хранить в замороженном виде (Watanabe, 2005).

2.3. Общие методы приготовления питательных сред

Питательные среды для культивирования водорослей можно разделить на три группы: синтетические, обогащенные и почвенные вытяжки. Синтетические (искусственные) среды были созданы прежде всего для того, чтобы обеспечить культивирование водорослей как для экспериментальных исследований, так и для поддержания жизнеспособности штаммов. В качестве примеров можно привести среды Болда, Чу-10, BG-11, WC (см. Приложение 1). Эти среды могут быть как жидкими, так и агаризованными. При использовании питательных сред следует помнить, что дистиллированная и деионизированная вода, а также ультрачистые химикаты могут содержать следовые количества посторонних примесей, измеряемых нанограммами или пикограммами.

Обогащенные среды готовятся путем добавления питательных веществ к естественной озерной или проточной воде или обогащением синтетической среды раствором почвенной вытяжки, растительных экстрактов (например, торфяного мха), экстракта дрожжей и т.д. Обогащенные среды содержат неопределенные количества питательных веществ, так как озерная и проточная вода имеет множество органических и неорганических молекул, химический состав экстрактов тоже неизвестен. Вообще, обогащенные среды не используются для физиологических экспериментов, однако водоросли часто растут на них, сохраняя нормальную морфологию. Природная вода должна быть относительно чистой и не иметь загрязнения. Если природная вода содержит значительное количество органических примесей, это может вызвать интерференцию в молекулярно-биологических исследованиях, особенно когда нуклеиновые кислоты выделяются без промывания клеток. В качестве примера обогащенной среды можно привести среду Algo-Gro (Carolina Biological Supply Co.), среду для выращивания *Audouinella,* среды для диатомовых водорослей, среду VS, модифицированную среду для *Porhyridium*, среду Малта, среду для *Polytoma* (Andersen et al., 2005).

Почвенную вытяжку готовят добавлением 1-2см высушенной и просеянной садовой почвы на дно склянки с водой. Вытяжка подобна озеру или пруду, где питательные вещества постоянно циркулируют из донных отложений в верхние слои воды благодаря жизнедеятельности бактерий и перемешиванию воды. В почвенной вытяжке диффузия, также как и биохимическая активность бактерий (ксеничные культуры) и водорослей на границе почвы и воды, имитируют естественные условия. Состав почвенной вытяжки зависит от почвы (например, pH, питательные вещества, органические буферы, витамины), и поэтому очень важно найти хорошую и в то же время соответствующую почву. Водоросли, растущие на почвенной вытяжке, обычно имеют нормальную морфологию, и эти культуры можно поддерживать длительное время (Watanabe, 2005).

2.3.1. Синтетические среды

От качества приготовленной синтетической среды в значительной мере будет зависеть характер и интенсивность роста водорослей. Синтетические среды готовят следующим образом:
– добавляют приблизительно 80-90% необходимого объема воды в мензурку;
– если требуется буфер, вносят необходимое количество взвешенного буфера (например, трис-глициглицина, HEPES, TAPS, Bicine, MES), постоянно перемешивая раствор;
– в зависимости от состава раствора добавляют необходимые питательные вещества из предварительно приготовленных маточных растворов или взвешенное количество веществ при постоянном перемешивании;
– доводят раствор до необходимого объема дистиллированной водой;
– при необходимости регулируют pH раствора путем добавления либо 1н. раствора NaCl, либо 1н. раствора NaOH (если в среде отсутствует буфер);
– приготовленную среду переливают в емкость для культивирования, например, по 10мл в пробирки. Далее пробирки со средой автоклавируют или стерилизуют с помощью фильтра;
– после стерилизации автоклавированием среду охлаждают и дают ей отстояться в течение 24 часов для восстановления равновесия неорганических углеродных компонентов. В случае использования колб большого объема необходимо провести аэрацию для ускорения восстановления равновесия (Watanabe, 2005).

2.3.2. Обогащенные среды

При приготовлении обогащенной среды добавляют приблизительно 80-90% от требуемого объема дистиллированной или природной воды в мензурку.

Если используется природная вода, ее необходимо взять из того источника, где ранее были отобраны пробы водорослей. После чего эту во-

ду автоклавируют или пастеризуют. В данном случае можно использовать другой способ стерилизации – фильтрацию, при этом используют фильтры с размером пор 0,22μм. Однако следует отметить то, что эта процедура не позволяет обезвредить вирусы.

Далее в воде растворяют каждый компонент (из маточного раствора или взвешенное количество): макроэлементы, микроэлементы, витамины, экстракты или органические вещества (например, экстракт дрожжей, солода, торфяного мха или почвы). Раствор с питательными веществами доводят до необходимого объема, доливая в колбу дистиллированную или природную воду соответственно.

Важное значение для развития водорослей имеет pH среды. Большинство водорослей предпочитают нейтральную или слабощелочную реакцию, равную 7,0-7,6. Исключение представляют водоросли дистрофных водоемов и торфяных болот. Поэтому, по возможности, так же как и при приготовлении синтетических сред, необходимо отрегулировать pH раствора.

Затем среду переливают в емкость для культивирования, которую потом автоклавируют или стерилизуют с помощью фильтра (Watanabe, 2005).

2.3.3. Почвенная вытяжка

Далеко не все водоросли могут хорошо расти на чистых минеральных и обогащенных средах. Многие из них для нормального роста требуют наличия органических веществ. Из органических сред наибольшего внимания заслуживает почвенная вытяжка. Среды, приготовленные с ее использованием, обладают хорошей буферностью по отношению к железу и содержат микроэлементы. Но эти среды не пригодны для физиологических опытов по питанию водорослей.

Приготовление почвенной вытяжки – очень важный этап в технике культивирования водорослей. При получении почвенной вытяжки необходимо соблюдать ряд правил.

Слой садовой земли (высушенной и просеянной) толщиной 1-2см помещают на дно пробирки (колбы, бутылки и т.д.). Добавляют дистиллированную или деонизированную воду до заполнения ¾ сосуда, закрывают колбу ватной пробкой или крышкой. В течение 1ч в последующие 2 дня емкость со средой хорошо пропаривают. Обычно почвенная вытяжка не автоклавируется, так как в этом нет необходимости. Однако для многих водорослей (но не для всех!), стерильная почвенная вытяжка является хорошей питательной средой. Пропаренную вытяжку охлаждают в течение 24 часов, затем хранят в холодильнике.

Почвенная вытяжка может быть модифицирована путем прибавления следующих добавочных компонентов (до того, как туда будет добавлена почва):

– щепотки измельченного до порошкообразного состояния $CaCO_3$ для многих фототрофных пресноводных водорослей (Starr, Zeikus, 1993);
– щепотки NH_4MgPO_4 для *Botryococcus, Synechococcus* и некоторых эвгленовых (Starr, Zeikus, 1993);
– садового торфа, высушенного в течение 12ч для некоторых эвгленовых, флагеллят и других миксотрофных водорослей (Starr, Zeikus, 1993; Schlösser, 1994);
– ½ чайной ложки органического торфа и ¼ чайной ложки почвы для большинства ацидофильных водорослей (Starr, Zeikus, 1993).

2.3.4. Твердые питательные среды

2.3.4.1. Стандартный питательный агар

Г.Клебс (G.Klebs) и Н.Тишуткин (N.Tischutkin) были первыми исследователями, которые использовали твердые агаризованные среды для культивирования водорослей, так как питательный агар очень хорошо подходил для выращивания большинства пресноводных водорослей. Небольшое количество суспензии клеток распределяют по поверхности агара, и обычно клетки начинают медленно расти на его поверхности.

Агар обычно готовят в концентрации 1-2%. На таких средах хорошо растут многие водоросли. Но на агаризованных средах водоросли растут медленнее по сравнению с жидкими средами. Обычная процедура приготовления агаризованной среды описана ниже:

2-литровую колбу Эрленмейера с 1л среды нагревают до температуры 95ºС в сухожаровом шкафу или на плитке, либо с помощью водяной бани. После этого в колбу медленно добавляют необходимое количество агара при постоянном перемешивании так, чтобы весь агар растворился в среде. Летом желательно агара брать больше, зимой – меньше, так как при более низкой температуре среды хорошо затвердевают.

Агаризованную среду используют в основном для выделения чистых культур, хранения музейных коллекций, а также для обрастающих форм водорослей. В практике культивирования водорослей применяют агаризованные чашки Петри или агаризованные косяки.

Приготовление агаризованных чашек Петри. Сначала агар автоклавируют при температуре 120˚С в течение 20 минут, потом охлаждают его до 50-60˚С, после чего разливают в стерильные чашки Петри. Нагретую среду следует держать при температуре 50-60˚С, поместив на водяную баню. Если разлить по чашкам слишком горячий агар, будет образовываться конденсат. После застывания среды чашки следует перевернуть и хранить в воздухонепроницаемом контейнере (пластиковом пакете, закрытой емкости) при температуре 4˚С в холодильнике.

Приготовление агаровых косяков в пробирках. Агар наливают в пробирки, затем стерилизуют в автоклаве так же при температуре 120˚ С в те-

чение 20 минут. После автоклавирования пробирки помещают на поверхность с уклоном и охлаждают. Разные компании изготавливают специальные стойки для застывания среды (Watanabe, 2005).

2.3.4.2. Питательные чашки с агаром

Некоторые водоросли не растут на поверхности агара, но они хорошо растут внутри него (Skinner, 1932). Для того, чтобы поместить клетки внутрь среды, готовят 1-2% агар, и когда стерильный раствор остынет до состояния геля, его перемешивают с жидкой суспензией культуры. Смесь перемешивают для равномерного распределения водорослей. Потом агар разливают в чашки Петри. Для водорослей, чувствительных к высоким температурам, можно использовать агарозу, застывающую при низкой (26±2˚C) или при очень низкой температуре (8-17˚C) (Shirai et al., 1989; Watanabe et al., 1998).

2.4. Рецепты питательных сред

Известно большое количество рецептов питательных сред. Наиболее распространенные из них приведены в Приложении 1. Там же приводятся заметки об их приготовлении и список видов водорослей, хорошо растущих на этих средах. Дополнительную информацию можно найти в каталогах штаммов коллекций культур (Сиренко и др., 1975; Starr, Zeikus, 1993; Schlösser, 1994; Tompkins et al., 1995; Andersen et al., 1997; Watanabe et al., 2000).

Выбирать оптимальную среду для выращивания той или иной водоросли удобно на основании использования методов математического планирования эксперимента. Этот же способ можно успешно применять и при определении оптимальных условий культивирования.

Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляются к химикатам, используемым для приготовления питательных сред?
2. Перечислите оборудование, необходимое для культивирования водорослей.
3. Какая посуда используется для выращивания водорослей?
4. Что такое агар?
5. Какова методика приготовления почвенной вытяжки?
6. Какую роль играют макро- и микроэлементы при культивировании водорослей?
7. Опишите методику приготовления маточных растворов.
8. Какие витамины необходимы для жизнедеятельности водорослей?
9. На какие группы делятся среды для культивирования?
10. Опишите методику приготовления агаризованных сред.

ГЛАВА 3. МИКРОСКОП И ТЕХНИКА МИКРОСКОПИРОВАНИЯ

3.1. Устройство микроскопа

Изучение не видимых невооруженным глазом клеток микроорганизмов, размеры которых не превышают десятков или сотен микрометров (1 мкм = 0,001 мм), возможно только при помощи микроскопов (от греч. «micros» – малый, «scopeo» – смотрю). Эти приборы позволяют получать в сотни раз (световые микроскопы) и десятки-сотни тысяч раз (электронные микроскопы) увеличенное изображение исследуемых объектов.

При помощи микроскопа изучают морфологию клеток микроорганизмов, их рост и развитие, проводят первичную идентификацию (от лат. «identificare» – отождествление) исследуемых организмов, ведут наблюдения за характером развития микробных ценозов (сообществ) в почве и других субстратах.

Микроскоп состоит из двух частей: механической (подсобной) и оптической (главной) (Теппер и др., 1993).

3.1.1. Механическая часть микроскопа

К ней относят штатив, предметный столик и тубус (труба). Штатив имеет основание в виде подковы и колонку (тубусодержатель) в форме дуги. К нему примыкает коробка механизмов, система зубчатых колес для регуляции положения тубуса. Система приводится в движение вращением винтов грубой и тонкой настройки (рис.1).

Винт грубой настройки (макровинт) служит для предварительной, ориентировочной установки изображения рассматриваемого объекта на фокус.

Винт тонкой настройки (микровинт) используют для последующей, более четкой установки на фокус. При полном повороте микровинта тубус передвигается на 0,1 мм (100 мкм). При вращении винтов по часовой стрелке тубус опускается по направлению к препарату, при вращении против нее идет от препарата.

На предметный столик помещают препарат с объектом исследования. Предметный столик вращается и перемещается во взаимно перпендикулярных плоскостях при помощи винтов. В центре столика находится отверстие для освещения препарата снизу лучами света, направляемыми зеркалом микроскопа. В столик вмонтированы два зажима (клеммы) – пружинящие металлические пластинки, предназначенные для закрепления препарата.

Если необходимо исследовать поверхность препарата, не допуская пропусков (это важно при подсчете), или если во время работы требуется повторное наблюдение какого-либо определенного участка препарата, на предметный столик помещают препаратоводитель. На этом приспособле-

нии имеется система линеек – нониусов, при помощи которых можно закоординировать любую точку исследуемого объекта. Для этого при установке препаратоводителя совмещают центр вращения столика и оптическую ось системы микроскопа с центрировочной пластинкой препаратоводителя по кресту (отсюда предметный столик с препаратоводителем называют иногда крестообразным).

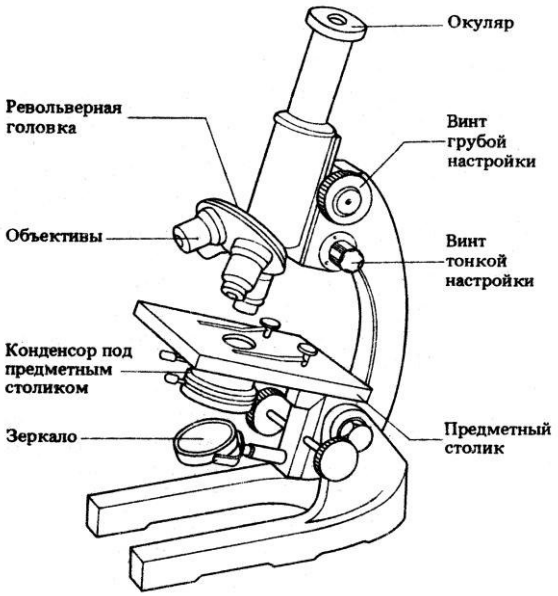


Рис. 1. Устройство светового микроскопа (Грин и др., 1996)

Тубус – это оправа, в которую заключены элементы оптической системы микроскопа. К нижней его части прикрепляют револьвер (объективодержатель) с гнездами для объективов. Современные модели микроскопов имеют наклонный тубус с дугообразным тубусодержателем, что обеспечивает горизонтальное положение предметного столика (Теппер и др., 1993).

3.1.2. Оптическая часть микроскопа

Она состоит из основного оптического узла (объектив и окуляр) (рис.1) и вспомогательной осветительной системы (зеркало и конденсор). Все части оптической и осветительной систем строго центрированы в отношении друг друга. Во многих современных микроскопах зеркало и конденсор заменены вмонтированным в прибор регулируемым источником света.

Осветительная система находится под предметным столиком. Зеркало отражает падающий на него свет в конденсор. Одна сторона зеркала плоская, другая – вогнутая. При работе с конденсором необходимо пользоваться только плоским зеркалом. Вогнутое зеркало применяют при работе без конденсора с объективами малых увеличений.

Конденсор (от лат. «condense» – уплотняю, сгущаю) состоит из двух-трех короткофокусных линз. Он собирает лучи, идущие от зеркала, и направляет их на объект. Конденсор необходим, прежде всего, при работе с

иммерсионной системой (см. 3.3.4). Линзы конденсора вмонтированы в металлическую оправу, соединенную с зубчатым механизмом, позволяющим перемещать конденсор вверх и вниз специальным винтом.

Для регулирования интенсивности освещения в конденсоре есть ирисовая (лепестковая) диафрагма, состоящая из стальных серповидных пластинок. Чтобы получить более четкое изображение исследуемого объекта, регулируют степень раскрытия диафрагмы. Окрашенные препараты лучше рассматривать при почти полностью открытой диафрагме, неокрашенные – при уменьшенном отверстии диафрагмы.

Под конденсором располагается кольцевидный держатель для светофильтров (обычно к микроскопу прилагаются синее и белое матовые стекла). При работе с искусственным источником света светофильтры создают впечатление дневного освещения, что делает микроскопирование менее утомительным для глаз (Теппер и др., 1993).

Объектив (от греч. «objectum» – предмет исследования) – наиболее важная часть микроскопа. Это многолинзовая короткофокусная система, от качества которой зависит в основном изображение объекта.

Наружная линза, обращенная плоской стороной к препарату, называется фронтальной, она обеспечивает увеличение. Остальные линзы в системе объектива выполняют преимущественно функции коррекции оптических недостатков, возникающих при исследовании объектов. Один из таких недостатков – следствие явления сферической аберрации. Это явление связано со свойством линз неравномерно преломлять периферические и центральные лучи. Первые обычно преломляются в большей степени, чем вторые, поэтому пересекаются на более близком расстоянии к линзе. В результате изображение точки приобретает вид расплывчатого пятна.

Хроматическая аберрация возникает при прохождении через линзу пучка лучей с различной длиной волны. Преломляясь по-разному, лучи пересекаются не в одной точке. Сине-фиолетовые лучи с короткой длиной волны преломляются сильнее, чем красные с большей длиной волны. Вследствие этого у бесцветного объекта появляется окраска.

К объективам, устраняющим сферическую аберрацию и частично хроматическую, относятся ахроматы. Они содержат до шести линз, корректируют первичный спектр (желто-зеленую часть спектра), но не устраняют вторичного спектра. Объективы, устраняющие хроматическую аберрацию и для вторичного спектра, называются апохроматами. В их составе может быть до 12 линз. В объективах-планахроматах и планапохроматах скорректированы и сферическая, и хроматическая аберрации. Их используют при микрофотографировании.

Апохроматы дают возможность устранить окрашивание объекта и получить одинаково резкое изображение от лучей разного цвета. Максимального эффекта при работе с апохроматами можно достичь, одновременно используя компенсационные окуляры, возмещающие оптические

недостатки объективов. Хроматическая ошибка таких окуляров обратна хроматической ошибке объектива. В результате хроматическая аберрация микроскопа оказывается почти полностью компенсированной.

Объективы бывают сухие и погружные, или иммерсионные. При работе с сухими объективами между фронтальной линзой объектива и объектом исследования находится воздух. Оптический расчет иммерсионных объективов предусматривает работу с ними при погружении фронтальной линзы объектива в однородную жидкую среду. При работе с сухим объективом вследствие разницы показателя преломления стекла (1,52) и воздуха (1) часть световых лучей отклоняется и не попадает в глаза наблюдателя (рис. 2).

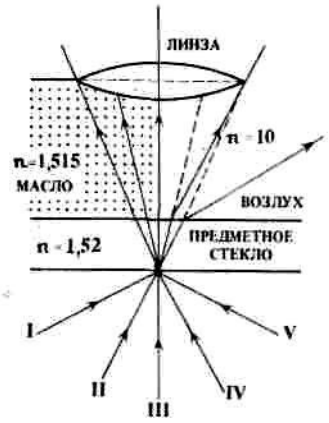


Рис. 2. Ход лучей в сухой и иммерсионной системах: I - V – лучи света (Теппер и др., 1993).

При работе с иммерсионным объективом между покровным стеклом и линзами объектива помещают кедровое масло, показатель преломления которого близок к показателю преломления стекла. Кедровое масло получают из семян виргинского можжевельника *Juniperus virginiana* L. или зеравшанской арчи *Juniperus seravschana* Kom. Последнее время иммерсионной жидкостью чаще служат синтетические продукты, соответствующие по оптическим свойствам кедровому маслу. Лучи в оптически однородной гомогенной среде не меняют направления (Теппер и др., 1993).

На оправе иммерсионных объективов есть черная круговая нарезка и обозначения: I – immersion (иммерсия), HI – homogen immersion (однородная иммерсия), OI (oil immersion), МИ – масляная иммерсия.

Объективы различают по увеличению. Собственное увеличение объективов определяют по формуле:

$$\mathbf{V = l / f},$$

где **l** – оптическая длина тубуса, или расстояние между фокальной плоскостью объектива и плоскостью изображения; для разных объективов оно колеблется в диапазоне 128... 180 мм;

f – фокусное расстояние объектива.

Чем больше фокусное расстояние, тем меньше увеличение объектива. Обозначения увеличений объективов отмечают на их оправе. Каждый объектив характеризуется, кроме того, определенной величиной рабочего расстояния в миллиметрах.

У объективов с малым увеличением расстояние от фронтальной линзы объектива до препарата (объекта) больше, чем у объективов с большим увеличением. В связи с этим необходимо строго следить, каким винтом – макрометренным или микрометренным – пользоваться при фокусировке

объектива. Так, у объективов с увеличением 8×, 40× и 90× рабочие расстояния соответственно 13,8; 0,6 и 0,12мм. Для иммерсионного объектива рабочее расстояние составляет 0,12мм, поэтому его нередко называют "близоруким". У объективов малых увеличений не только большие рабочие расстояния, но и большие поля зрения. В связи с этим рекомендуется начинать исследование препарата с небольшого увеличения.

Объективы рассчитаны на работу с покровным стеклом толщиной 0,17 ± 0,1мм. Если стекло не соответствует стандарту, необходимо регулировать объектив вращением кольца коррекционной оправы, которой оснащены современные высококачественные объективы. При отсутствии такой оправы сферическую аберрацию, вызываемую покровным стеклом, следует устранить, поднимая или опуская тубус микроскопа (Теппер и др., 1993).

Одной из важных характеристик объектива является разрешающая способность, определяющая в конечном итоге разрешающую способность микроскопа в целом. Она определяет наименьшее расстояние между двумя точками на препарате, которые будут видны раздельно. Разрешающая способность объектива (**d**) зависит от его числовой (численной, или нумерической) апертуры (**A**) и длины волны света (**λ**), при которой идет наблюдение объекта:

$$\mathbf{d = \lambda / A}$$

Длина волны света, воспринимаемая человеческим глазом, составляет 0,4...0,7мкм. Отсюда среднее значение **λ** = 0,55мкм.

При определении разрешающей способности микроскопа следует различать два случая: освещение прямое (лучи падают параллельно оптической оси микроскопа) и косое. При косом освещении разрешающая способность микроскопа бывает в два раза меньше, чем при прямом:

$$\mathbf{d = \lambda / 2A}$$

Предел разрешающей способности объектива или наименьшее значение величины d можно представить следующим образом. Пусть значение λ – наименьшее (для более коротких, чем видимые, ультрафиолетовых лучей оно равно 350нм), а значение А – максимальное (в наиболее совершенных иммерсионных системах 1,4...1,6). В этом случае разрешающая способность объектива будет наибольшей по физическому смыслу и наименьшей по абсолютной величине.

При обычных условиях работы с микроскопом величина λ постоянна, так как объекты исследуются при обычном свете (λ – 0,55мкм). Следовательно, предел разрешающей способности зависит исключительно от возможности повышения числовой апертуры. Числовая апертура объектива характеризует его светособирающую способность и определяется по формуле:

$$\mathbf{A = n \times \sin 1/2\alpha},$$

где **n** – показатель преломления светового луча, проходящего через предметное стекло в среду между фронтальной линзой объектива и предметным стеклом;

α – угол, одна сторона которого совпадает с оптической осью, другая образована линией, соединяющей точку выхода эффективных лучей из объектива с границей действующего отверстия объектива;

1/2α – половинный угол входного отверстия объектива.

Важно, чтобы значение величины n было максимальным. Повысить ее можно введением в промежуток между фронтальной линзой объектива и предметным стеклом среды с показателем преломления, близким к показателю преломления стекла. На практике это достигается использованием иммерсионных объективов с введением кедрового масла (n = 1). Дальнейшего повышения n можно достичь введением среды с показателем преломления более высоким, чем у стекла.

Важно также, чтобы значение величины sin1/2α было максимальным. Чем больше sin1/2α, тем выше числовая апертура и разрешающая способность объектива. Предел повышения sin1/2α зависит от степени кривизны фронтальной линзы (это учитывается при изготовлении иммерсионных объективов) и числовой апертуры конденсора.

Высокоапертурные объективы применяют только одновременно с высокоапертурным конденсором. Если апертура конденсора меньше апертуры объектива, то возможности последнего оказываются не полностью использованными (Теппер и др., 1993).

Следует помнить, что повысить величину sin1/2α при использовании иммерсионных объективов можно максимальным поднятием конденсора, что определяется светособирающей функцией данного приспособления. Поскольку его линзы короткофокусные, световые лучи фокусируются конденсором на близком расстоянии, т.е. предусматривается фокусировка в плоскости объекта. Если конденсор опущен, его функция, по существу, нарушается.

В свою очередь, окуляр микроскопа служит непосредственным продолжением "линз" человеческого глаза. Преломляющую систему глаза можно рассматривать как двояковыпуклую линзу со средним фокусным расстоянием 15см (расстояние наилучшего зрения 25см). Тесная связь с глазом человека отражена в названии окуляра (от греч. «oculus» – глаз). Окуляр состоит из двух линз – глазной (верхней) и полевой, или собирательной (нижней), заключенных в металлическую оправу. Назначение полевой линзы – собирать лучи, идущие от объектива, таким образом, чтобы они проходили через маленькое отверстие глазной линзы.

Назначение окуляра – в прямом мнимом увеличении действительного обратного и увеличенного изображения, которое дает объектив. Увеличение окуляра выгравировано на оправе. Рабочее увеличение окуляров колеблется в пределах от 4× до 15×. Собственное увеличение окуляра вычисляют по формуле, применяемой для определения увеличения луп:

$$\mathbf{K = L / F},$$

где **L** – расстояние наилучшего зрения, равное 25см;

F – фокусное расстояние линз окуляра.

Окуляры бывают различных типов. Выбор их зависит от объектива. С ахроматическими объективами малых и средних увеличений и планахроматами малых увеличений применяют окуляры Гюйгенса или ортоскопические окуляры; с апохроматическими, планахроматическими и ахроматическими объективами больших увеличений – компенсационные окуляры.

Окуляры Гюйгенса состоят из двух плоско-выпуклых линз, обращенных выпуклой стороной к объективу. Нижняя линза обычно имеет больший диаметр и большее фокусное расстояние, чем верхняя. Фокальная плоскость окуляров Гюйгенса располагается между глазной линзой и линзой поля зрения.

При длительной работе с микроскопом следует пользоваться двойными окулярами – бинокулярной насадкой. Бинокулярные насадки часто имеют собственное увеличение (около 1,5×) и снабжены коррекционными линзами. Корпуса насадки могут раздвигаться в пределах 55...75 мм в зависимости от расстояния между глазами наблюдателя. Работа с бинокулярной насадкой улучшает видимость объекта, снижает яркость изображения и тем самым сохраняет зрение (Теппер и др., 1993).

3.2. Основные технические характеристики микроскопа

Качество микроскопа определяется его увеличительной и разрешающей способностями.

3.2.1. Увеличительная способность микроскопа

Коэффициент увеличения микроскопа (**D**) определяется произведением увеличения окуляра (**К**) и увеличения объектива (**V**) по формуле:

$$\mathbf{D = K \times V}.$$

Теоретически микроскоп может дать увеличение 2000× раз и более. Однако следует различать полезное и бесполезное увеличения микроскопа. Пределы полезного увеличения используемых в обычных микроскопах достигают 1400×. При превышении границ полезного увеличения возникают дифракция и другие явления, обусловленные волновой природой света, которые незаметны в пределах полезного увеличения, но приводят к оптическим ошибкам в зоне бесполезных увеличений.

Увеличение, которое дает возможность рассматривать объект под предельным углом зрения, и есть полезное увеличение. Оно обычно превышает числовую апертуру объектива в 500...1000 раз. Например, для объектива с увеличением 40×, имеющего числовую апертуру 0,65, полезное увеличение составляет 325...650×. Такое увеличение позволяет различить все структуры, разрешаемые данным объективом. Поэтому для объектива 40× следует брать окуляр 15×, чтобы получить общее увеличение в пределах полезного. Какие бы более сильные окуляры ни применялись, более тонких деталей структур выявить не удастся. Более того, применение оку-

ляра с большим увеличением приведет к уменьшению количества света, попадающего в глаза наблюдателя, и возрастанию искажений, вызываемых дефектами зрения.

Если объектив имеет увеличение 90× (числовая апертура 1,25), то полезное увеличение для него равно 1250×. Следовательно, и здесь не надо применять окуляры с увеличением более 15×, чтобы не выходить за пределы полезного увеличения. Бесполезные увеличения могут принести пользу лишь при подсчете мельчайших частиц в поле зрения, если при этом не требуется рассмотрения их структуры (Теппер и др., 1993).

3.2.2. Разрешающая способность микроскопа

Эта характеристика особенно важна при исследовании микрообъектов и их структур. Если увеличительная способность микроскопа зависит от объектива и окуляра, то разрешающая способность определяется главным образом объективом и конденсором (см. 3.1.2). Расчет разрешающей способности микроскопа проводят по формуле:

$$\mathbf{d = \lambda / 2A}$$

Максимальная разрешающая способность светового микроскопа 0,2мкм. Разрешающая способность микроскопа тем выше, чем меньше абсолютная величина d.

Рассмотрим расчет разрешающей способности микроскопа. Если увеличение объектива V = 40×, A = 0,65, то d = (0,55мкм) / (2×0,65) = 0,42мкм; если V = 90×, A = 1,25, то d = (0,55мкм) / (2×1,25) = 0,22мкм.

Среди существующих моделей современных микроскопов отечественного производства наиболее распространены: МБИ-1, МБИ-2, МБИ-3, МБИ-6, МБИ-10, МБР-1 и МБР-1А (Теппер и др., 1993).

3.3. Работа с микроскопом

3.3.1. Общие правила работы с микроскопом

Место для микроскопа выбирают подальше от прямого солнечного света. Работа на столе с темной поверхностью меньше утомляет глаза. Лучше смотреть в окуляр левым глазом, не закрывая правого. При работе с бинокулярной насадкой сначала регулируют расстояние между окулярами в соответствии с расстоянием между глазами наблюдателя так, чтобы поля зрения обоих окуляров сливались в одно.

Переносят микроскоп, держа одной рукой за штатив, другой – за основание микроскопа. Следует предохранять микроскоп от толчков, соприкосновения с сильнодействующими веществами типа кислот, щелочей. Не рекомендуется вынимать окуляр из трубы, чтобы не загрязнять пылью трубу и объективы. Во время работы желательно защищать микроскоп от дыхания, так как конденсация паров ведет к его порче.

Линзы должны быть всегда чистыми. Микроскоп следует хранить в чехле. Нельзя касаться пальцами оптических поверхностей (Теппер и др., 1993).

3.3.2. Установка освещения

Удобнее пользоваться искусственным источником света – он более постоянен, чем дневной, лучше освещает объект, что важно при работе с сильными объективами (90×). Наиболее известен метод освещения препарата по Келеру. Рациональное освещение объекта достигается при использовании осветителей типа ОК-7, ОИ-9 и ОИ-19. Осветитель с низковольтной лампой устанавливают на расстоянии 25...30см от микроскопа при помощи соединительной планки (крестовины). Полевая диафрагма осветителя открыта; используют объектив 8×, зеркало с плоской поверхностью; конденсор поднят.

Препарат в поле зрения микроскопа фокусируют при открытых диафрагмах осветителя и конденсора. Из осветителя удаляют матовое стекло. Полевую диафрагму осветителя закрывают. На зеркало помещают белый лист бумаги для получения четкого изображения нити лампы осветителя.

Движением зеркала перемещают световой поток в поле зрения микроскопа. Фокусируют препарат. Опускают конденсор до тех пор, пока изображение (проекция) краев полевой диафрагмы осветителя в плоскости препарата не станет четким. Центрируют легкими движениями зеркала изображение отверстия диафрагмы. Наблюдая в микроскоп, постепенно открывают полевую диафрагму осветителя так, чтобы освещенный круг ее заполнил все поле зрения микроскопа; лучше, если он немного выйдет за пределы поля зрения.

Положение осветителя, зеркала, конденсора микроскопа в дальнейшем не должно изменяться! Порядок установки света по Келеру рекомендуют также и при темнопольной и фазово-контрастной микроскопии (Теппер и др., 1993).

3.3.3. Настройка микроскопа для работы при малом увеличении

Исследуемый объект на предметном столике микроскопа должен быть освещен. Для этого пользуются специальным осветителем, светом из окна или от настольной лампы. В двух последних случаях используют вогнутую поверхность находящегося под предметным столиком зеркала. С помощью зеркала свет направляют через отверстие в предметном столике. Если имеется подходящий конденсор, то для направления света через него используют плоскую поверхность зеркала.

С помощью винта грубой настройки поднимают вверх тубус микроскопа и поворачивают револьверную головку до тех пор, пока объектив с

малым увеличением (×10 или 16мм) не попадет в паз тубуса (при этом раздается щелчок).

Исследуемый препарат помещают на предметный столик микроскопа таким образом, чтобы находящийся под покровным стеклом материал находился над серединой отверстия в предметном столике.

Глядя на предметный столик и препарат сбоку, надо опустить тубус с помощью винта грубой настройки до тех пор, пока объектив с малым увеличением не окажется примерно в 5мм от препарата. Далее, глядя в окуляр микроскопа и медленно поворачивая винт грубой настройки, необходимо добиться попадания объекта исследования в фокус конденсора (Теппер и др., 1993).

3.3.4. Настройка микроскопа для работы при большом увеличении

При работе с объективом большого увеличения для создания достаточного освещения необходим искусственный свет. Для этого используют настольную лампу или специальный осветитель для микроскопа с матовой лампочкой. При работе с лампой накаливания необходимо между ней и микроскопом поместить лист бумаги, повернуть зеркало плоской поверхностью вверх так, чтобы свет, отражаясь, попадал в микроскоп, затем сфокусировать конденсор, не убирая препарата с предметного столика. Поднять конденсор на расстояние 5мм от предметного столика. Глядя в микроскоп, нужно поворачивать винт грубой настройки до тех пор, пока объект не попадет в фокус, а изображение лампы не наложится точно на препарат. Поместите конденсор несколько вне фокуса так, чтобы изображение лампы исчезло. Теперь освещение должно быть оптимальным. В конденсор вмонтирована диафрагма. Ею регулируют величину отверстия, через которое проходит свет. Это отверстие должно быть открыто как можно шире. Таким образом достигается максимальная четкость изображения.

Револьверную головку необходимо поворачивать до тех пор, пока объектив большого увеличения (40× или 4мм) не попадет в паз. Если на малом увеличении фокус уже был установлен, то при повороте револьверной головки объектив большого увеличения автоматически установится приблизительно в фокусе. Фокусирование производиться движением объектива вверх с помощью винта тонкой настройки.

Если при движении объектива с линзами большого увеличения фокус не устанавливается, то глядя на предметный столик сбоку, следует опустить тубус микроскопа до тех пор, пока линза почти не коснется препарата. Глядя в микроскоп и поворачивая винт тонкой настройки, нужно медленно поднимать объектив до тех пор, пока изображение не попадет в фокус (Теппер и др., 1993).

3.3.5. Работа с иммерсионной системой микроскопа

Для того чтобы получить более сильное увеличение, чем при работе с обычным объективом большого увеличения, необходимо использовать масляно-иммерсионную линзу. Способность линзы собирать свет в значительной степени усиливается, если между линзой объектива и покровным стеклом поместить жидкость. Жидкость должна иметь тот же показатель преломления, что и сама линза. Поэтому в качестве жидкости обычно используют кедровое масло. При работе с иммерсионным объективом (V = 90×; A = 1,25) устанавливают зеркало плоской стороной и поднимают конденсор.

Далее необходимо положить препарат на предметный столик и сфокусировать изображение так же, как при работе с обычным большим увеличением. Вместо объектива с линзой большого увеличения установить объектив с масляно-иммерсионной линзой.

Каплю кедрового масла необходимо поместить на покровное стекло непосредственно над исследуемым объектом. Снова сфокусировать изображение теперь уже под малым увеличением, затем поворотом револьверной головки установить объектив с масляно-иммерсионной линзой так, чтобы его кончик касался капли масла.

Глядя в микроскоп, очень осторожно сфокусировать линзу с помощью винта тонкой настройки. Фокусная плоскость линзы должна находиться всего в 1мм от поверхности покровного стекла.

Закончив работу, необходимо удалить с линзы масло мягкой тряпочкой, смоченной очищенным бензином.

Иммерсионную жидкость хранят в специальных двухкамерных масленках. В наружную камеру наливают ксилол или очищенный бензин для очистки объективов от масла, во внутреннюю – кедровое масло. Камеру с маслом герметично закрывают пробкой, в которую вставляют стеклянную палочку для нанесения капли масла на препарат (Теппер и др., 1993).

3.4. Измерение объектов

Измерять клетки микроорганизмов в микрометрах можно на фиксированных и живых препаратах при помощи шкалы окулярного микрометра – окулярной линейки. У кокков определяют диаметр клеток, у других форм бактерий – длину и ширину.

Окулярная линейка – круглая стеклянная пластинка, по центру которой нанесена шкала делений (50 или 100 делений) общей длиной 5мм. Окулярную линейку устанавливают шкалой вверх на диафрагму окуляра. Ставят препарат и определяют, скольким делениям линейки соответствует длина и ширина клетки. Измеряют не менее 10...20 клеток.

Чтобы рассчитать истинные размеры клеток, определяют цену деления окулярной линейки при помощи объектного микрометра. Последний

представляет собой металлическую пластинку в форме предметного стекла с отверстием в центре; в отверстие помещено стекло с линейкой (шкала из 100 делений). Общая длина шкалы объектного микрометра 1мм, величина одного деления 10мкм (0,01мм).

Объектный микрометр помещают вместо препарата на столик микроскопа, фокусируют изображение линейки при малом увеличении, затем перемещают в центр поля и меняют объектив на тот, при котором измеряли клетки. Перемещая столик микроскопа и поворачивая окуляр, устанавливают объектный и окулярный микрометры так, чтобы их шкалы были параллельны и одна перекрывала другую.

Определение цены деления окулярного микрометра проводят по принципу нониуса, т.е. совмещают одну из черт шкалы окулярного микрометра с чертой объектного микрометра и находят следующее совмещение. Допустим, в двух делениях объектного микрометра (20мкм) умещается пять делений окулярного микрометра, тогда одно деление окулярного микрометра при данном увеличении равно 4мкм (20:5).

Зная, скольким делениям окулярной линейки соответствует длина и ширина изучаемых клеток, умножают цену деления окулярного микрометра на эти числа. Вычисленные значения цены делений линейки справедливы только для данной системы окуляр – объектив (Теппер и др., 1993).

Контрольные вопросы

1. Опишите устройство микроскопа.
2. Как определить увеличительную способность микроскопа?
3. Какова максимальная разрешающая способность микроскопа?
4. Перечислите правила работы с микроскопом.
5. Как настроить освещение микроскопа?
6. Чем отличается настройка микроскопа для работы при малом и большом увеличении?
7. В каких случаях используют иммерсионную систему микроскопа?
8. Как измеряют клетки микроорганизмов?

ГЛАВА 4. МЕТОДЫ СТЕРИЛИЗАЦИИ

4.1. Общие представления о стерилизации

Стерилизация, или обеспложивание (от лат. «sterilis» - бесплодный) означает полное уничтожение зародышей микроорганизмов в питательных средах, посуде и т.д. Стерилизация очень важна в фикологических (альгологических) исследованиях, особенно при поддержании живых организмов в качестве изолированных штаммов в культуре. Использование методов стерилизации в комбинации со стерильным оборудованием и материалами позволяет проводить более точные эксперименты, свободные от влияния последствий нежелательных организмов. Стерилизация является простой процедурой, однако требует тщательного соблюдения правил стерильности при работе. Следует отметить, что и после стерилизации оборудование может быстро загрязниться при взаимодействии с воздухом, который содержит пыль и споры микроорганизмов.

Термин «дезинфекция» иногда путают со стерилизацией. Дезинфекцию обычно определяют как операцию, которая полностью уничтожает или уменьшает число патогенных микроорганизмов в окружающей среде или на поверхности. Например, обработка рук и поверхностей детергентом или 70% этанолом перед обработкой культур или стерилизацией оборудования является дезинфицирующей процедурой, которая является частью стерильной методики. Ниже приводится описание различных методов стерилизации, включая и дезинфекцию, которые обычно используются в альгологических исследованиях.

Существует множество методов стерилизации, которые условно можно разделить на четыре категории: стерилизацию путем нагревания, стерилизацию при помощи электромагнитного излучения, стерилизацию при помощи фильтрации и химическую стерилизацию (см. табл. 1). Стерилизация с помощью нагревания является обычным способом стерилизации и, как правило, требует высоких температур ($\geq$100˚C) при условии, что стерилизуемые материалы устойчивы к высоким температурам (например, стекло, металлические инструменты, алюминиевая фольга). Жидкости стерилизуются методом фильтрации, когда они содержат нестойкие компоненты, разрушающиеся при высокой температуре.

Таблица 1

Использование и ограничение использования различных методов стерилизации (Kawachi, Noël, 2005)

Категория	Метод	Сущность метода	Использование	Ограничение
Высокая температура	Пламя	Непосредственное нагревание огнем (горелка Бунзена, спиртовка)	Поверхностная стерилизация (горлышки пробирок, микробиологические петли, стеклянные пипетки)	Не стойкие к нагреванию материалы (например, большинство пластмасс)
	Автоклавирование	2атм (давление автоклава), 121˚С, время зависит от объема жидкости (10, 20мин для маленьких объемов, 1ч – для больших)	Наиболее распространенный метод, используемый для стерилизации жидкостей, агара, стеклянной и металлической посуды, оборудования	Не стойкие к нагреванию материалы, изменение pH растворов
	Сухой жар	250˚С, 3-5ч	Стеклянная и металлическая посуда и оборудование	Не стойкие к нагреванию материалы, жидкости
	Пастеризация	66-80˚С в течение не менее 30минут, с последующим быстрым охлаждением (4-10˚С)	Жидкости с не устойчивыми к нагреванию компонентами	Неполная стерилизация (не уничтожающая все споры)
	Тиндаллизация	60-80˚С, 30мин, с последующим быстрым охлаждением, цикл повторяется 3 раза в течение 3 дней	Жидкости с не устойчивыми к нагреванию компонентами	Требует длительного времени
Фильтрация	Фильтрация	Фильтр с размером пор ≤0,2мкм	Жидкости с неустойчивыми к нагреванию компонентами	Небольшие объемы, вязкие жидкости, не удаляются жидкости
Электромагнитное излучение	Микроволновая печь	10мин при 700Вт; 5мин с интервалами при 600Вт. Для сухих материалов: 20мин при 600Вт с водой, 45мин без воды	Жидкости: небольшие объемы среды, сухие материалы, стеклянная посуда	Небольшие объемы жидкости; сухие материалы с водой требуют предварительного удаления воды
	Ультрафиолетовое излучение	260нм, 5-10мин	Поверхность материалов, рабочие поверхности	Не устойчивые к излучению пластики

Химические вещества	Отбеливатель (гипохлорит натрия)	1-5мл на 1л, несколько часов	Большой объем воды для аквакультуры	Цисты могут выживать; требуется последующая нейтрализация (например, тиосульфат натрия, 250г/л маточного раствора, 1мл на 4мл отбеливателя)
	Этанол	50-70% раствор	Очень распространенный метод общей дезинфекции	Некоторые устойчивые микроорганизмы
	Оксид этилена	Герметичная комната или сосуд с высоким давлением	Пластиковые или каучуковые продукты, не стойкие к нагреванию продукты	Взрывчатые вещества, химические остатки проблематичны или токсичны
	Хлорид ртути ($HgCl_2$)	0,1%; добавить небольшое количество NaCl и разбавить дистиллированной водой	Антисептик и средство дезинфекции	Яд; не для материалов, контактирующих с живыми клетками
	Фенол (карболовая кислота)	3% раствор	Антисептик и средство дезинфекции	Яд; не для материалов, контактирующих с живыми клетками
	Раствор крезола	3-5% раствор	Антисептик и средство дезинфекции	Яд; не для материалов, контактирующих с живыми клетками
	Формальдегид (формалин)	2-5% раствор	Антисептик и средство дезинфекции	Яд; не для материалов, контактирующих с живыми клетками

Электромагнитные волны (например, ультрафиолетовое излучение, γ-излучение, х-излучение и микроволновое излучение) используются как альтернативные способы стерилизации для материалов, которые не выдерживают высокой температуры (например, изделия из пластика или жидкости с неустойчивыми компонентами). В настоящее время одноразовая пластиковая посуда стерилизуется при помощи γ-излучения. Наконец, для стерилизации могут быть использованы различные химикаты, однако следы химических веществ могут сохраняться после обработки, и могут быть вредными для водорослей и исследователей. Поэтому способы химической стерилизации в настоящее время редко используются в лабораториях (Kawachi, Noël, 2005).

4.2. Процедура предварительной стерилизации

4.2.1. Стерилизация новой посуды

Новая стеклянная и пластиковая посуда, исключая готовые к использованию стерильные продукты, должна быть стерилизована перед первым использованием. Процедура состоит из погружения посуды в раствор соляной кислоты (обычно концентрацией 1моль) на 1 неделю, с последующим многократным ополаскиванием проточной водой и непосредственно перед высушиванием – дистиллированной водой. Существует и менее строгий метод, представляющий собой промывание новой стеклянной и пластиковой посуды нейтральным детергентом для лабораторного использования с последующим промыванием и высушиванием.

Существует несколько видов пробок для сосудов: устойчивые к нагреванию пластиковые, металлические и закручивающиеся силиконовые пробки (рис. 3). Перед первым использованием необходимо проверить целостность материалов пробок, потому что некоторые материалы (например, новые полиэтиленовые пробки) могут выделять токсичные вещества во время автоклавирования (Kawachi, Noël, 2005).

4.2.2. Стерилизация грязной посуды

Стандартные методы очистки состоят из погружения сосудов на несколько часов в емкость с нейтральным детергентом, очистки сосудов щеткой или губкой. Затем сосуды несколько раз ополаскиваются водопроводной водой. Ополаскивать посуду нужно до тех пор, пока не будет полной уверенности в том, что все детергенты удалены (хороший результат достигается при ополаскивании более чем 10 раз). Последний раз посуду нужно ополоснуть дистиллированной водой и высушить в месте, защищенном от пыли.

Другая стеклянная посуда, такая как чашки Петри, часовые стекла, предметные стекла также должны быть очищены с помощью процедуры, описанной выше. Если клетки водорослей сильно прикрепились к внутренней стороне сосуда, перед процедурой очистки посуду необходимо погрузить в горячую воду на несколько часов. Для очистки закручивающихся пробок для пробирок и колб используют детергент (с последующей очисткой с помощью щетки при необходимости), затем ополаскивают и промывают так, как описано выше.



Рис. 3. Колбы Эрленмейера с силиконовыми пробками. Слева - покрытые алюминиевой фольгой; в центре - стандартная силиконовая пробка; справа - силиконовая пробка с дополнительным щитом поверх пробки (Kawachi, Noël, 2005)

Посуда, неоднократно используемая для культивирования водорослей, должна быть автоклавирована для того, чтобы уничтожить все споры и клетки, так как живые клетки, особенно цисты, могут загрязнить среду, если их не уничтожить полностью. После процедуры посуду следует охладить, очистить и ополоснуть водой (Kawachi, Noël, 2005).

4.2.3. Стерилизация стеклянных пипеток

Стеклянные пипетки, используемые для пересадки клеток, необходимо немедленно сполоснуть проточной водой после использования для того, чтобы клетки водорослей не присохли к стеклянной поверхности. Если пипетки закрыты специальными ватными пробками, их нужно удалить. Если нет возможности сполоснуть пипетку сразу после использования, ее нужно поместить в пластиковый цилиндрический контейнер с водой и ополоснуть позже.

Для очистки пипетку необходимо поместить в контейнер с детергентом на 1 или 2 дня. Для полного промывания пипетки можно использовать специальную сверхзвуковую ванну и пипетку с эффектом сифона. Затем пипетки промывают дистиллированной водой и высушивают в сухожаровом шкафу при 150˚C. После этого в кончики пипеток вставляют ватные пробки, прокаливают кончики пробок в пламени для удаления волокон ваты, пипетки помещают в металлический контейнер и автоклавируют или стерилизуют с помощью сухого жара (Kawachi, Noël, 2005).

4.3. Стерилизация питательных сред

4.3.1. Стерилизация маточных растворов

В большинстве случаев, каждый компонент среды готовится в сосудах, которые можно автоклавировать. Для стерилизации каждый раствор следует автоклавировать или стерилизовать фильтрацией и хранить при температуре 4˚С. Витамины нужно хранить при температуре – 20˚С. Для поддержания чистоты маточных растворов при работе с ними следует соблюдать правила стерильности. Если в растворах наблюдаются признаки бактериального или грибного загрязнения, их нужно подвергнуть стерилизации и содержимое вылить (Kawachi, Noël, 2005).

4.3.2. Стерилизация жидких питательных сред

Стерилизацию жидких питательных сред обычно проводят методом автоклавирования (при температуре 121˚С в течение 20 минут). При стерилизации питательной среды особое внимание следует уделять ее состоянию. Если она изменяет свой цвет или наблюдается образование осадка, то эта среда становится непригодной для использования. Среда может измениться из-за множества причин, поэтому ее состояние нужно проверять на каждом этапе приготовления. Нестойкие к температуре компоненты, такие, как витамины, можно добавить после завершения процедуры, используя метод стерилизации. Тиндаллизация используется вместо автоклавирования, когда следует избегать разложения чувствительных к нагреванию компонентов.

Для стерилизации питательных сред можно также использовать и микроволновую печь. При этом методе стерилизации можно достичь максимальной температуры не менее 84˚С (Keller et al., 1988; Hoff, Snell, 2001). Это позволяет добавлять не стойкие к нагреванию компоненты перед стерилизацией. Однако витамины лучше добавлять уже после стерилизации. Стерилизация в микроволновой печи занимает мало времени (10 минут или менее), и это позволяет избежать как загрязнения тяжелыми металлами, так и осаждения карбонатов. Однако этот вид стерилизации можно использовать только для очень небольших объемов жидкостей (≤1-1,5л), принимая во внимание то, что автоклавирование позволяет стерилизовать большие объемы жидкостей (например, 20л) (Kawachi, Noël, 2005).

4.3.3. Стерилизация агаровых питательных сред

Как и для жидких сред, для стерилизации агаровых сред обычно используют автоклавирование (при температуре 121˚С в течение 20 минут). При использовании пробирок или чашек Петри агар распределяется соответственно в стерильную пробирку или чашку Петри в стерильных усло-

виях и затем охлаждается. Для уменьшения загрязнения объем агара не должен превышать половины объема пробирки или чашки Петри.

Для агаровых культур, содержащих не стойкие к нагреванию компоненты, чувствительные компоненты следует добавлять асептически после автоклавирования, но перед застыванием агара (приблизительно при температуре 50-60˚С, для агара со стандартной температурой застывания) (Kawachi, Noël, 2005).

4.4. Способы стерилизации

4.4.1. Автоклавирование

Автоклавирование является наиболее эффективным и популярным способом стерилизации жаропрочных материалов и обычно используется для стерилизации жидкостей. Автоклав является специальным аппаратом, состоящим из котла с толстыми стенками, внутри которого происходит высокотемпературная стерилизация благодаря высокому давлению (см. рис. 4). На массивной крышке или сбоку котла есть кран для выхода пара, манометр и предохранительный клапан. Манометр показывает, насколько давление пара внутри котла выше нормального атмосферного. Для предотвращения взрыва при превышении предельного давления предохранительный клапан устанавливают так, чтобы дать выход пару.

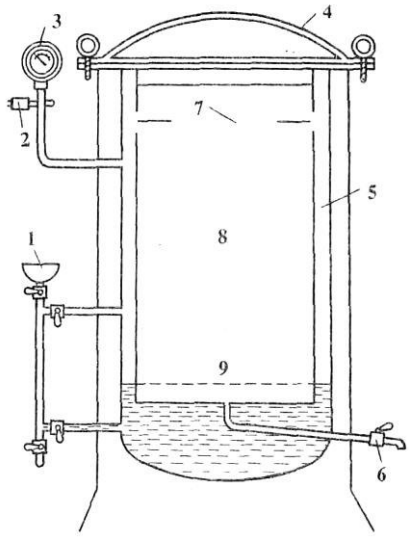


Рис. 4. Схема автоклава (Теппер и др., 1993)
Примечание: 1 - воронка, через которую автоклав заправляют водой; 2 - предохранительный клапан; 3 - монометр; 4 - крышка автоклава; 5 - водопаровая камера; 6 - кран для выпуска воздуха; 7 - отверстие, через которое пар поступает в стерилизационную камеру; 8 - стерилизационная камера; 9 - подставка для размещения стерилизуемых материалов

Показателям манометра в физических атмосферах соответствует определенная температура (табл. 2). Обычно автоклавирование проводят при температуре 120°С и давлении 1атм в течение 20 минут.

Таблица 2

Температура стерилизации и давление в автоклаве
(Теппер и др., 1993)

Давление, атм	Температура, ˚С
0,5	115
1,0	120
1,5	127
2,0	133

Стерилизацию ведут следующим образом. Наливают воду в автоклав, помещают в него стерилизуемые предметы, завинчивают крышку и начинают подогрев. Кран оставляют открытым до тех пор, пока весь воздух, находящийся в автоклаве, не будет вытеснен парами воды. Когда пар начнет выходить из крана непрерывной струей, кран закрывают, доводят давление пара в автоклаве до 1атм и поддерживают на этом уровне 20-30 минут. Затем нагрев прекращают, ждут, пока стрелка манометра дойдет до 0, осторожно открывают кран и спускают пар. Только потом отвинчивают крышку автоклава. Если кран будет открыт раньше, чем упадет давление, то жидкость в стерилизуемых сосудах закипит и вытолкнет из них пробки.

Для контроля за работой автоклавов среди стерилизуемых предметов можно закладывать специальные тесты-ампулы, содержащие химические вещества, которые плавятся при определенной температуре. Например, у бензонафтола температура плавления 110°С, у антипирина - 113°С.

Автоклав используют и для дробной стерилизации текучим паром. В этом случае крышку не завинчивают, чтобы дать свободный выход пару (Теппер и др., 1993).

Продолжительность процедуры зависит от объема стерилизуемой жидкости. Например, автоклавирование в течение 10 минут при температуре 121°С достаточно для стерилизации пробирок диаметром 18мм, в то время как для стерилизации 10л жидкости необходим 1 час. При соблюдении всех правил, процедура позволяет уничтожить все микроорганизмы, даже устойчивые к высоким температурам споры бактерий и грибов. При автоклавировании поверхность и внутренние части стерилизуемых материалов увлажняются. Поэтому после завершения процесса в большинстве случаев необходимо высушивание в автоклаве при помощи специального сухого режима или в сухожаровом шкафу при температуре 150°С.

При автоклавировании необходимо соблюдать некоторые меры предосторожности. Для жидкостей важно оставлять свободное пространство в емкости (колбе или пробирке), равное по крайне мере одной четвертой части объема сосуда, с учетом образования пара и кипения жидкости. Перед началом процесса необходимо ослабить закручивающиеся крышки с пробирок для предотвращения разрушения в результате высокого давления.

Для этикетирования сосудов для автоклавирования необходимы стойкие к высокому давлению и температуре материалы. Можно рекомендовать использование специальной ленты. На этикетке необходимо указать дату. После завершения процедуры необходимо закрутить крышки пробирок.

Если необходимо предотвратить загрязнение следовыми количествами тяжелых металлов, нужно использовать другие методы стерилизации (Price et al., 1989).

4.4.2. Стерилизация сухим жаром

Этот метод стерилизации применяют для обработки посуды и сухих материалов (но не жидкостей!). Стерилизация сухим жаром позволяет устранить недостатки автоклавирования и также используется для высушивания пробок в пипетках. Стерилизация сухим жаром требует более высокой температуры, чем стерилизация автоклавированием. Самый строгий метод требует нагревания до 250°С в течение 3-5 ч, однако в большинстве случаев, достаточно нагревания до 150°С в течение 3-4 ч.

Для этого метода стерилизации чаще всего используют печь Пастера (рис.5).

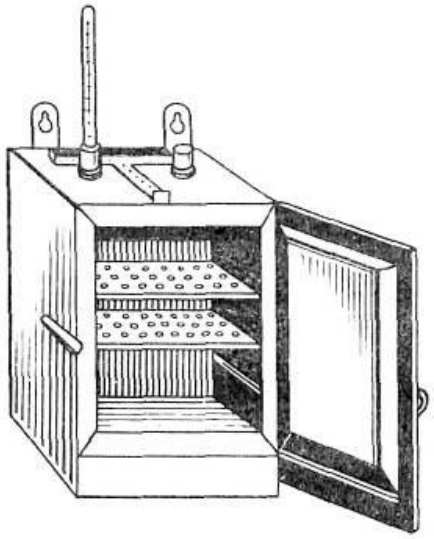


Рис. 5. Оборудование для стерилизации. Печь Пастера
(Теппер и др., 1993)

При использовании этого метода необходимо соблюдать меры предосторожности. Температура в разных частях сухожарового шкафа может быть выше, чем указано на градуснике, что может привести к разрушению материалов. Стерилизуемая посуда должна быть сухой и завернутой в специальные материалы (например, в алюминиевую фольгу) или помещена в специальный контейнер (например, в коробку из нержавеющей стали или стеклянную емкость). После окончания стерилизации не следует сразу же открывать двери шкафа, так как возможно загрязнение материалов в результате конвекции воздуха (Karachi, Noël, 2005).

4.4.3. Пастеризация и тиндаллизация

В XIX веке Д.Тиндалл и Л.Пастер разработали (для других целей) процедуры для кипения растворов, сходные со стерилизацией пищи. В дальнейшем эти процессы стали называть пастеризацией и тиндаллизацией. Фикологи адаптировали и модифицировали эти методы для жидкостей, которые нельзя нагревать выше 100°C или автоклавировать. Высокая температура достигается с помощью пара без давления, поэтому пропаривание часто используется в фикологии. Э.Прингшейм (Pringsheim, 1946) рекомендовал пропаривание для приготовления двухфазных почвенно-водных сред. Кроме того, пропаривание часто используется для приготовления обогащенных сред на основе морской воды. Существуют различные модификации этого метода, хотя нет их четкого определения. Метод пропаривания можно определить как метод нагревания жидких растворов до высокой температуры и сохранения этой температуры в течение некоторого промежутка времени, после которого следует быстрое охлаждение.

При пастеризации жидкость нагревается до температуры 66-80°C, выдерживается при этой температуре не менее 30 минут и после этого быстро охлаждается до температуры меньше 10°C (рис. 6).

При тиндаллизации процесс схож со стерилизацией: в первый день материалы остаются охлажденными до следующего дня, потом они снова нагреваются и охлаждаются, и цикл повторяется на третий день (рис. 6). Повторение процесса позволяет уничтожить цисты, которые прорастают после первого или второго цикла нагревания.

В аквакультуре, когда используются большие емкости с пресной или морской водой, используют краткосрочную стерилизацию. Получают пар (часто с помощью домашней печи), который пропускают между титановыми тарелками для обмена тепла. Морская или пресная вода проходит между тарелками, где она нагревается до 70°C. Эта процедура не уничтожает самые устойчивые споры, но убивает большинство живых организмов в воде (Kawachi, Noël, 2005).

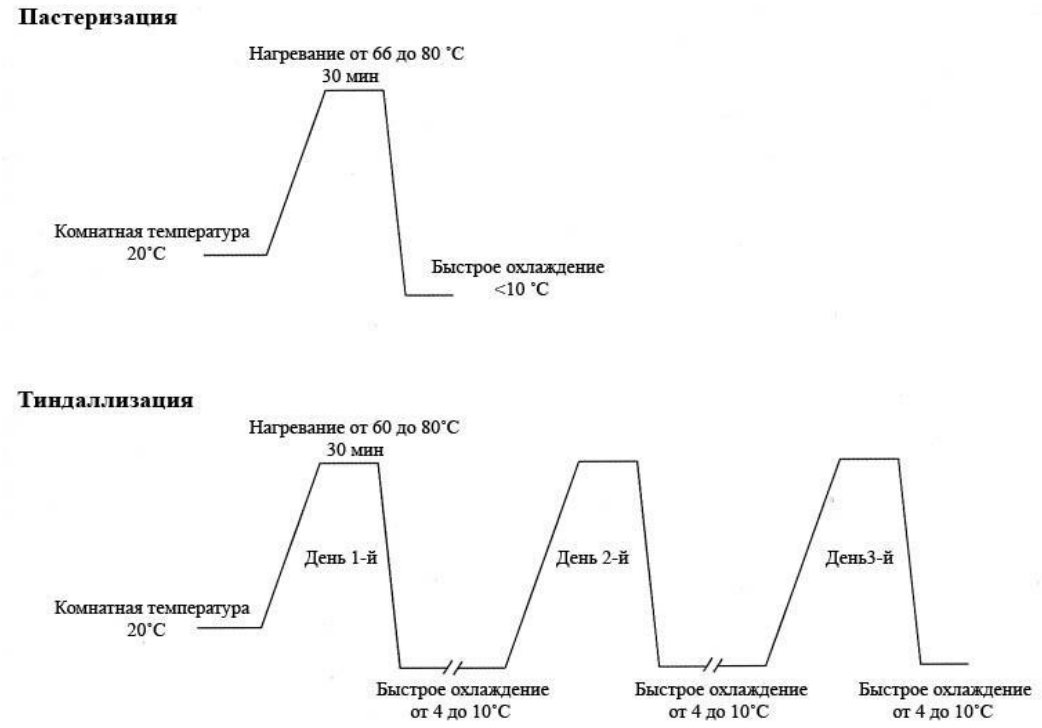


Рис. 6. Схематическое сравнение процессов пастеризации и тиндаллизации (Kawachi, Noël, 2005)

4.4.4. Стерилизация фильтрацией

Стерилизация фильтрацией используется для неустойчивых компонентов, таких как витамины, или изменчивых компонентов жидкостей, таких как органические растворители. Этот метод также используется для удобства и быстроты, когда требуется стерилизация небольшого объема жидкости. Существует большое разнообразие фильтров, различающихся размером пор, составом, цветом и размером. Для стерилизации питательных сред обычно используются мембранные фильтры, которые могут подвергаться автоклавированию. Диаметр пор должен быть менее 0,2мкм, однако необходимо отметить, что вирусы могут проходить через отверстия этого диаметра. Если раствор имеет высокую вязкость или содержит взвешенные частицы, необходима предварительная фильтрация через фильтр с диаметром пор 1мкм. В настоящее время в продаже имеются как одноразовые фильтры, так и фильтры для многоразового использования. Стерильные одноразовые фильтры удобнее, но они относительно дороже. Оборудование для многоразовой фильтрации (стеклянные или поликарбонатные материалы) необходимо автоклавировать, мембранные фильтры и сопутствующие материалы необходимо помещать в специальные мешки или заворачивать в алюминиевую фольгу. После автоклавирования наборы для фильтрации необходимо высушить в сухожаровом шкафу при температуре

120°С. После остывания фильтра процесс фильтрации можно проводить на лабораторном столе, если резервуар с отфильтрованной жидкостью стерильно закрыт. После фильтрации необходимо перелить чистые растворы в стеклянные емкости с соблюдение условий стерильности.

Для очень маленьких объемов жидкости используют специальные стерильные шприцы с одноразовыми фильтрами, однако возможно использование и оборудования с многоразовыми фильтрами. Одноразовые фильтры можно использовать сразу же, в то время как многоразовые фильтры требуют предварительной очистки.

При использовании метода фильтрации следует обратить внимание на то, что мембранные фильтры, изготовленные из переплетенных органических нитей или перфорированных поликарбонатных листов, иногда имеют отверстия большего диаметра, чем номинальный размер пор. Например, установлено, что фильтры с размером пор 0,2мкм имеют многочисленные дефекты поверхности, обнаруживаемые с помощью электронного микроскопа, и в фильтрате обнаруживаются водоросли и посторонние частицы диаметром несколько микрометров. Маленькие гетеротрофные флагелляты могут сжиматься при прохождении пор, которые намного меньше обычного размера их клеток (Kawachi, Noël, 2005).

4.4.5. Стерилизация с помощью микроволновой печи

Стерилизация при помощи микроволновой печи быстрее, чем пропаривание или сухая стерилизация. Микроволновая печь производит тепло двух видов: ионная поляризация и дипольная ротация. На практике, клетки скорее погибают от пара во время кипения, чем от воздействия микроволн, в настоящее время негативное воздействие микроволн на живые организмы еще не доказано (Keller et al., 1988). Стерилизация в микроволновой печи эффективна и нетоксична. Рекомендуется использовать микроволновую печь, которая снабжена вращающейся подставкой и имеет мощность до 700Вт.

Существует несколько методик стерилизации жидкостей в микроволновой печи. Например, при стерилизации 1-1,5л морской воды, микроводоросли погибают в течение 5мин, бактерии – 8мин, грибы – 10мин. (Keller et al., 1988). В настоящее время микроволновые печи имеют бóльшую мощность, поэтому время стерилизации будет зависеть от мощности прибора. Кроме того, эффективность микроволновой печи уменьшается с течением времени, и поэтому при стерилизации в старых печах этот процесс нужно проводить дольше. Существует и методика быстрой стерилизации в течение 5мин (стерилизация в течение 1,2 и 2 минут с интервалами в 30секунд) при 600Вт (Leal et al., 1999).

Для стерилизации стеклянной посуды необходимо налить небольшой объем дистиллированной воды в посуду и стерилизовать в микроволновой

печи в течение 20 минут при 600Вт (Boye, van den Berg, 2000). После стерилизации воду нужно вылить в ламинарном шкафу с соблюдением правил стерильности. Если в посуду не добавляется вода, необходима стерилизация в течение 45 минут или дольше для уничтожения спор бактерий, что аналогично разнице времени стерилизации в автоклаве и сухожаровом шкафу (Kawachi, Noël, 2005).

4.4.6. Стерилизация с помощью ультрафиолетового облучения

Хотя х-лучи и γ-лучи (ионизирующая или ультрафиолетовая (УФ) радиация) широко используются в промышленных целях (например, для стерилизации пластиковой посуды), эти методы можно также использовать и в лабораторных условиях. УФ-радиация подходит для использования в лаборатории, включая стерилизацию ламинарных боксов и рабочих поверхностей. УФ-радиация опасна для человека (особенно для глаз), и необходимо избегать попадания этих лучей на тело. Вдобавок, УФ-радиация образует озон, что также нежелательно для человека. УФ-радиация имеет первичный летальный эффект при 260нм и способствует образованию ковалентных связей в тимине ДНК. Эти димеры тимина вызывают ошибки при удвоении ДНК и приводят к возникновению потенциально летальных мутаций.

Ультрафиолетовые лампы испускают излучение с длиной волны от 240 до 280нм. Энергия зависит от размера лампы и колеблется от 40 до 40000мкВт×с/см^2. Выбор лампы зависит от ее назначения. УФ-радиация не проникает через обычное стекло, поэтому для стерилизации жидкостей, особенно в больших объемах, рекомендуется использовать водостойкие пригодные для использования под водой лампы. Стеклянную посуду можно заменить на кварцевую, которая пропускает УФ-лучи, однако такая посуда стоит очень дорого. Кроме того, кварцевое стекло легко царапается, что снижает его эффективность. При стерилизации больших объемов воды следует помнить, что ультрафиолетовый свет не проходит сквозь воду одинаково – он абсорбируется, и его эффективность снижается по мере удаления от лампы. Постоянное перемешивание воды и достаточное время экспозиции позволяет решить эту проблему, однако если организмы прикрепляются к внутренней части емкости, последующая стерилизация может быть неэффективной без использования более мощной лампы и более длительного времени экспозиции (Kawachi, Noël, 2005).

4.4.7. Стерилизация с использованием отбеливателя

Отбеливатель (гипохлорит натрия) широко используется в аквакультуре водорослей, где требуется стерилизация больших объемов воды. Хотя добавление небольшого количества отбеливателя не может убить все цисты, это позволяет избавиться от большинства организмов. Количество до-

бавляемого отбеливателя зависит от органических веществ в воде. Обычно добавляют 1-5мл отбеливателя в промышленной концентрации на 1л воды, и после легкого перемешивания воде дают отстояться в течение нескольких часов. При отстаивании в течение более короткого промежутка необходимо добавлять больше отбеливателя. Раствор не следует выставлять на прямой солнечный свет. После окончания обработки раствор нейтрализуют тиосульфатом натрия ($Na_2S_2O_3 \times 5H_2O$). Берут 50г тиосульфата натрия, растворяют в 1л воды, затем 1мл этого раствора добавляют к 4мл используемого отбеливателя (Kawachi, Noël, 2005).

4.4.8. Стерилизация с помощью оксида этилена

Раньше неустойчивые к нагреванию материалы (пластики и каучуки) стерилизовали с помощью оксида этилена. Однако в этом случае проблемы возникали после стерилизации, так как оставались следы этого химиката, часто убивающие живые клетки. Постепенно этот способ стерилизации вышел из употребления. В настоящее время используются устойчивые к нагреванию или одноразовые стерильные материалы (Kawachi, Noël, 2005).

4.5. Хранение стерилизованных материалов

Вне зависимости от способа стерилизации, хранение однажды стерилизованных материалов представляет определенные трудности. Питательные среды обычно хранят в холодильнике. Что же касается хранения лабораторных материалов, то они после охлаждения должны храниться в чистых контейнерах, не содержащих пыли. Следует помнить, что внешняя поверхность контейнера (металлической коробки, пакета и т.д.) будет загрязненной. Для предотвращения загрязнения стерильного содержимого, контейнер должен быть покрыт алюминиевой фольгой, либо контейнер необходимо обработать этанолом снаружи или пропустить через пламя горелки (при небольших размерах емкостей или предметов) (Kawachi, Noël, 2005).

4.6. Процедуры пересева культур в стерильных условиях

4.6.1. Стерильные комнаты

Лучшим местом для манипуляций с культурами и стерильными материалами является ламинарный бокс с вытяжкой, размещенный в небольшой закрытой комнате. Если нет такого бокса, для пересевов можно использовать небольшое по размерам изолированное помещение. Эту комнату необходимо оборудовать ультрафиолетовой лампой и бунзеновской горелкой (или спиртовкой). Если нет возможности использовать комнату, то можно работать в обычной лаборатории, соблюдая меры стерильности. Независимо от оснащенности стерильного помещения, источником загряз-

нения может быть воздух, рабочая поверхность, внутренние поверхности сосудов, контейнеров и т.д. Поэтому все манипуляции следует проводить так, чтобы уменьшить риск загрязнения. В Соединенных Штатах перед началом работы в воздухе распыляют лизол (Kawachi, Noël, 2005). Этот спрей нейтрализует коллоидные частицы в воздухе, такие как пыль и споры, позволяя им осесть на поверхность стола или пола, после чего все поверхности протирают 70% этанолом.

Рабочее место и материалы следует располагать таким образом, чтобы уменьшить циркуляцию воздуха (рис. 7). Исследователь должен совершать как можно меньше движений, все его движения должны быть медленными. Следует избегать перекрещивания рук и хаотичных движений с пипетками в воздухе. Наличие ламинарного бокс с вытяжкой позволяет быть уверенным в том, что воздушная пыль не проникнет на рабочее место, однако следует постоянно проверять состояние фильтров бокса. Если фильтры загрязняются, то бокс становится потенциальным источником загрязнения (Kawachi, Noël, 2005).

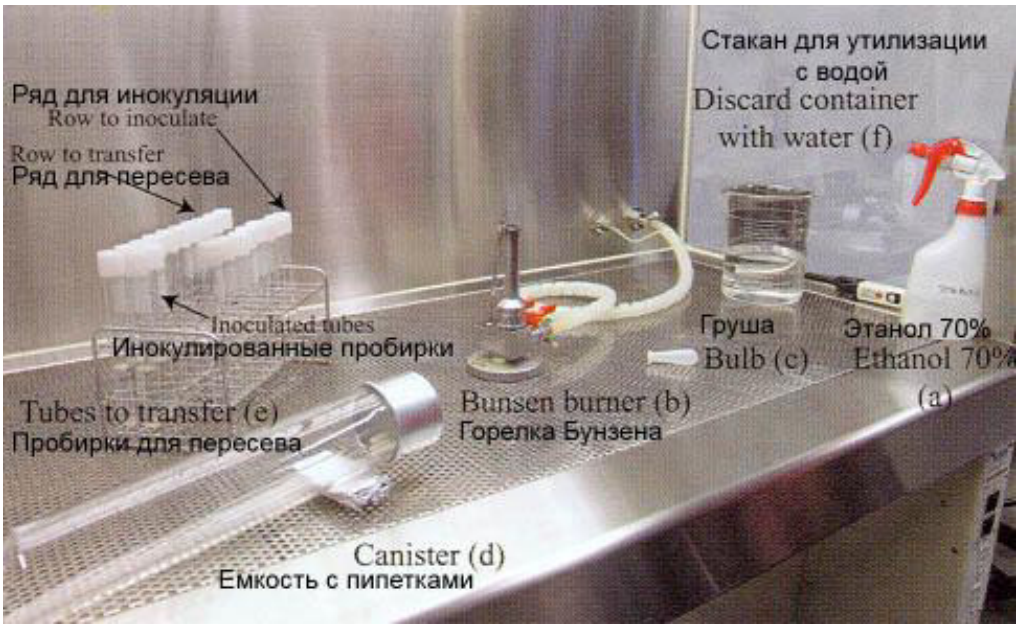


Рис. 7. Ламинарный бокс с горелкой Бунзена и лабораторными материалами, организованный для работы праворукого человека (Kawachi, Noël, 2005). Порядок расположения материалов обозначен буквами от (a) до (f). Пробирки расположены в определенном порядке для облегчения работы и избежания ошибок при пересеве

Перед работой необходимо проверить состояние стерильных материалов, их не следует использовать, если нет уверенности в их чистоте. Обработать все рабочее место 70% этанолом. Перед работой следует надеть латексные перчатки, которые нужно часто менять, или протирать руки 70% этанолом. Рукава одежды являются основным источником загряз-

нения, поэтому рукава нужно закатать и обработать открытые участки кожи рук 70% этанолом. В качестве альтернативы можно использовать чистую одежду, обработанную УФ-лампой, которую не использовали за пределами комнаты для пересевов. Горелку Бунзена (или спиртовку) нужно поместить в центр ламинарного бокса, чтобы все операции проводились в пределах зоны с диаметром от пламени в 40см (рис. 7). Сосуд для использованных пипеток, одноразовых наконечников и других предметов нужно поместить справой стороны от человека (слева, если работает левша), чтобы уменьшить риск загрязнения. После организации рабочего места нужно зажечь горелку (спиртовку) и еще раз обработать руки 70% этанолом, избегая воспламенения спирта. Если стерильное оборудование (например, пипетка или одноразовый наконечник) случайно коснется внешних поверхностей контейнера или другой склянки, его следует выбросить и заменить новым стерильным изделием. Содержимое стеклянных сосудов не следует наливать прямо в другой сосуд, если внешнюю поверхность около отверстия невозможно обработать пламенем. Ни при каких обстоятельствах нельзя повторно использовать одну и ту же пипетку! Таким же образом порцию стерильной среды, которая остается в пипетке после манипуляций, следует вылить в сосуд для утилизации, не допуская ее разбрызгивания и попадания микроскопических капель в стерильную среду (Kawachi, Noël, 2005).

4.6.2. Пересадка жидких культур водорослей

В настоящее время существует множество вариаций методики пересева культур в новую среду. Представленный в данном пособии метод прост и позволяет без особых усилий соблюдать необходимую стерильность при работе. Этот способ предполагает наличие ламинарного бокса с вытяжкой, в случае его отсутствия ряд этапов можно пропустить. Кроме того, описанный метод подразумевает использование многоразовых стеклянных пипеток, при использовании одноразовых пипеток или наконечников необходимы небольшие модификации этого метода. Наконец, рекомендации разработаны для праворуких людей, леворукие люди должны внести небольшие коррекции (Kawachi, Noël, 2005).

Подготовительный этап.

1. Надеть защитную одежду, стерилизованную в УФ-лучах. Если эта одежда использовалась вне комнаты для пересевов, ее надо занести в комнату и включить УФ-лампу.

2. Выключить УФ-лампу, открыть дверь, стараясь широко не распахивать, медленно войти в комнату и осторожно закрыть дверь.

3. Включить вытяжку в ламинарном шкафу, если в боксе есть газовый кран, открыть его, однако кран горелки Бунзена должен быть закрыт.

4. Протереть рабочую поверхность 70% этанолом.

5. Поместить бунзеновскую горелку в центр.

6. Поставить коробку со стерильными одноразовыми или многоразовыми пипетками слева как можно дальше (рис. 7).

7. Поставить склянки, колбы Эрленмейера, пробирки слева (на вторую позицию в хронологическом порядке использования в соответствии с рис. 7) на периферию в радиусе 40см от горелки Бунзена.

8. Положить грушу для пипеток справа от горелки Бунзена. Необходимо регулярно обрабатывать внутреннюю часть груши 70% этанолом и промывать внутреннюю часть отверстия. Никогда не следует использовать грушу, которую применяли для работы с химикатами (например, осмием, глутаральдегидом).

9. Поставить емкость для использованных пипеток на максимальное расстояние от себя справа (вне радиуса 40см от горелки).

10. Проверить наличие этикеток на всех емкостях для пересева.

11. После организации рабочего места необходимо открыть кран и зажечь горелку Бунзена. Обработать руки 70% этанолом или надеть стерильные перчатки. Манипуляции проводить внутри зоны на удалении 40см от горелки.

Процедура пересева.

12. Левой рукой нужно взять коробку с пипетками и поднести ее к горелке Бунзена на расстояние 20см. Открыть крышку правой рукой, держа крышку между ладонью и безымянным и указательным пальцами (рис. 8a). Если крышка слишком велика для этих манипуляций, поднести крышку к горелке и подержать в пламени.

13. Левой рукой слегка встряхнуть коробку таким образом, чтобы одна из пипеток вышла из коробки на несколько сантиметров (рис. 8b).

14. Правой рукой взять пипетку большим, указательным и средним пальцами, вытащить из коробки медленным движение (рис. 8c). Наконечник пипетки не должен касаться никаких поверхностей.

15. Держать свои руки вблизи горелки Бунзена, работать с пипеткой и открывать сосуд лучше всего на расстоянии 20см от горелки.

16. Закрыть коробку крышкой, стараясь не допустить касания пипеток поверхностей (рис. 8d). Для предотвращения загрязнения во время повторных посевов культур, рекомендуется держать коробку с пипетками открытой на расстоянии 40см от горелки и доставать пипетки при помощи металлического пинцета, стерилизуемого в пламени перед каждой манипуляцией. В этом случае следует использовать все пипетки в коробке, или снова стерилизовать их перед следующим использованием.

17. Левой рукой переместить коробку с пипетками в ее обычное положение.

18. Левой рукой достать пипетку большим и указательным пальцами за конец, закрытый ватной пробкой и поднести к пламени (рис. 9a).

19. Правой рукой взять грушу.

20. Надеть грушу на пипетку (рис. 9b).

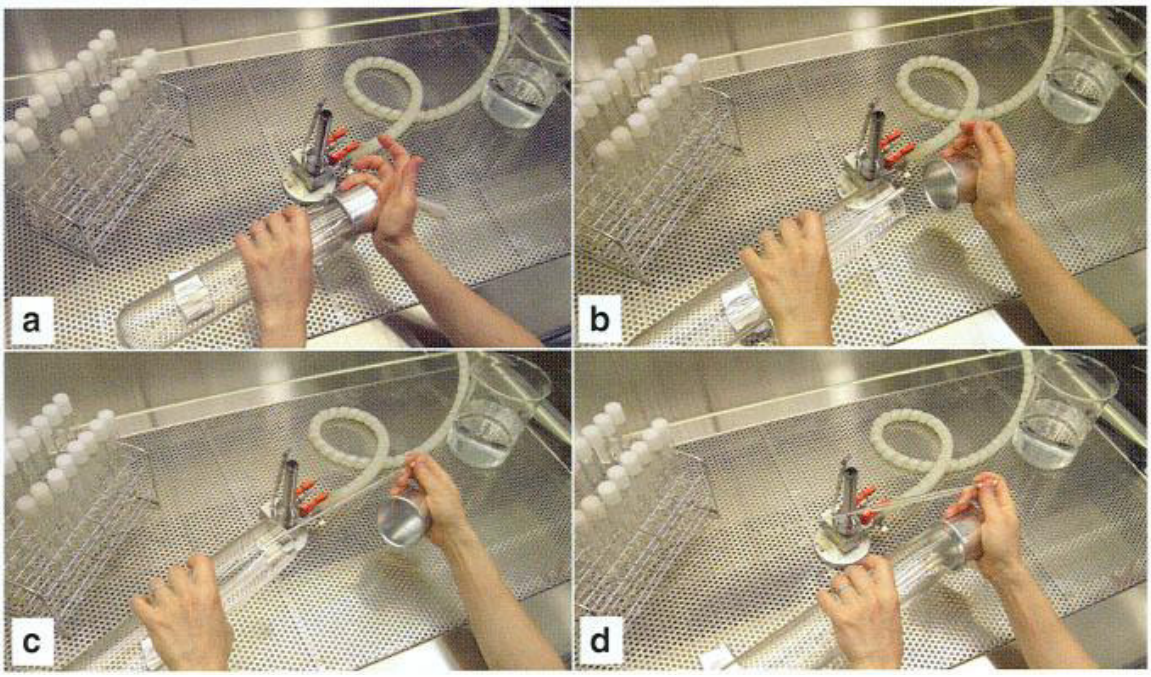


Рис. 8. Извлечение пипетки Пастера из емкости для хранения (Kawachi, Noël, 2005). Крышку емкости нужно держать в правой руке между ладонью и двумя другими пальцами. Все манипуляции нужно производить вблизи горелки Бунзена. a – открывание крышки емкости; b – «вытряхивание» пипетки из емкости; c – извлечение пипетки; d – закрывание емкости крышкой

21. Стерилизацию пипетки в пламене проводить не обязательно, однако, если это сделали, необходимо остудить пипетку в небольшом количестве стерильной среды.

22. Взять пипетку правой рукой возле груши (рис. 9c), а левой рукой – сосуд с культурой.

23. Переместить сосуд с культурой в правую руку, и с помощью ладони и мизинца правой руки открыть крышку сосуда, держа пипетку (рис. 10a). Пипетку надо держать вблизи горелки и не касаться никаких поверхностей.

24. Левой рукой осторожно поднести отверстие пробирки к пламени и медленно вращать пробирку под углом 45˚, стараясь не дышать в сторону сосуда с водорослями (рис. 10b). Не нагревать пластиковую посуду!

25. Левой рукой медленно переместить пробирку обратно от пламени, держа под углом 45˚ для уменьшения загрязнения.

26. Медленно опустить наконечник пипетки в жидкость, стараясь не задевать стенок пробирки.

27. Медленно набрать суспензию клеток в пипетку с помощью груши, следя за тем, чтобы жидкость не доходила до ватной пробки, закрывающей пипетку (рис. 10c). Набрать только необходимый объем суспензии водорослей, излишки необходимо вылить. Для уменьшения риска разливания культуры после забора клеток груша должна принять первоначальное расширенное положение.

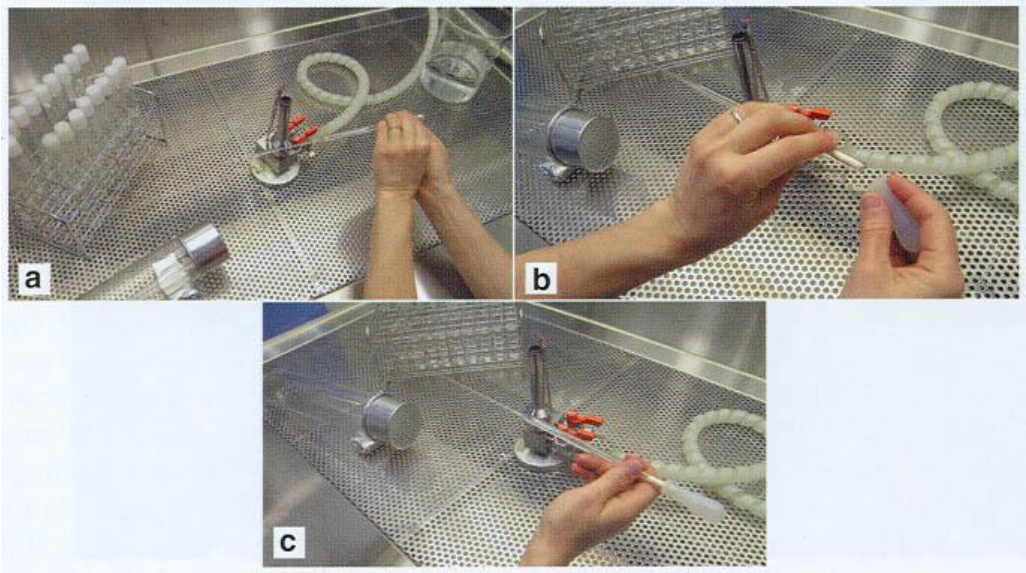


Рис. 9. Работа с пипеткой Пастера (Kawachi, Noël, 2005): a – перемещение пипетки из правой в левую руку; b – надевание груши на пипетку. Кончик пипетки должен находиться вблизи горелки Бунзена. Ватная пробка предохраняет загрязнение пипетки со стороны груши; c – держа пипетку правой рукой, медленно переместите в левую руку (ее не видно) для отбора культуры водорослей

28. После забора необходимого количества суспензии клеток пипетку следует медленно вынуть из пробирки, избегая контакта со стенками.

29. Повернуть пипетку горизонтально без надавливания на грушу и держать ее на расстоянии 20см от горелки Бунзена.

30. Снова поднести горлышко пробирки к пламени, повернуть (рис. 10d), не касаясь пипеткой никаких поверхностей.

31. Левой рукой медленно поднести пробирку к пробке, которую следует держать мизинцем и ладонью правой руки (рис. 10e). Более крупные крышки (например, пробки колб Эрленмейера), которые невозможно держать во время манипуляций, необходимо положить на рабочую поверхность и подержать в пламени перед тем, как закрыть сосуд.

32. Закрыть пробирку крышкой, всегда помня о том, что пипетка не должна касаться никаких предметов и поверхностей. Не подносить пипетку близко к пламени, так как высокая температура может убить клетки.

33. Поставить закрытую пробирку на прежнее место. Лучше всего ставить пробирку с культурой на новое место, чтобы не поместить в нее культуру второй раз. Если пробирки находятся в штативе, необходимо разделять пробирки со средой и пробирки с инокулятом свободным рядом (рис. 7).

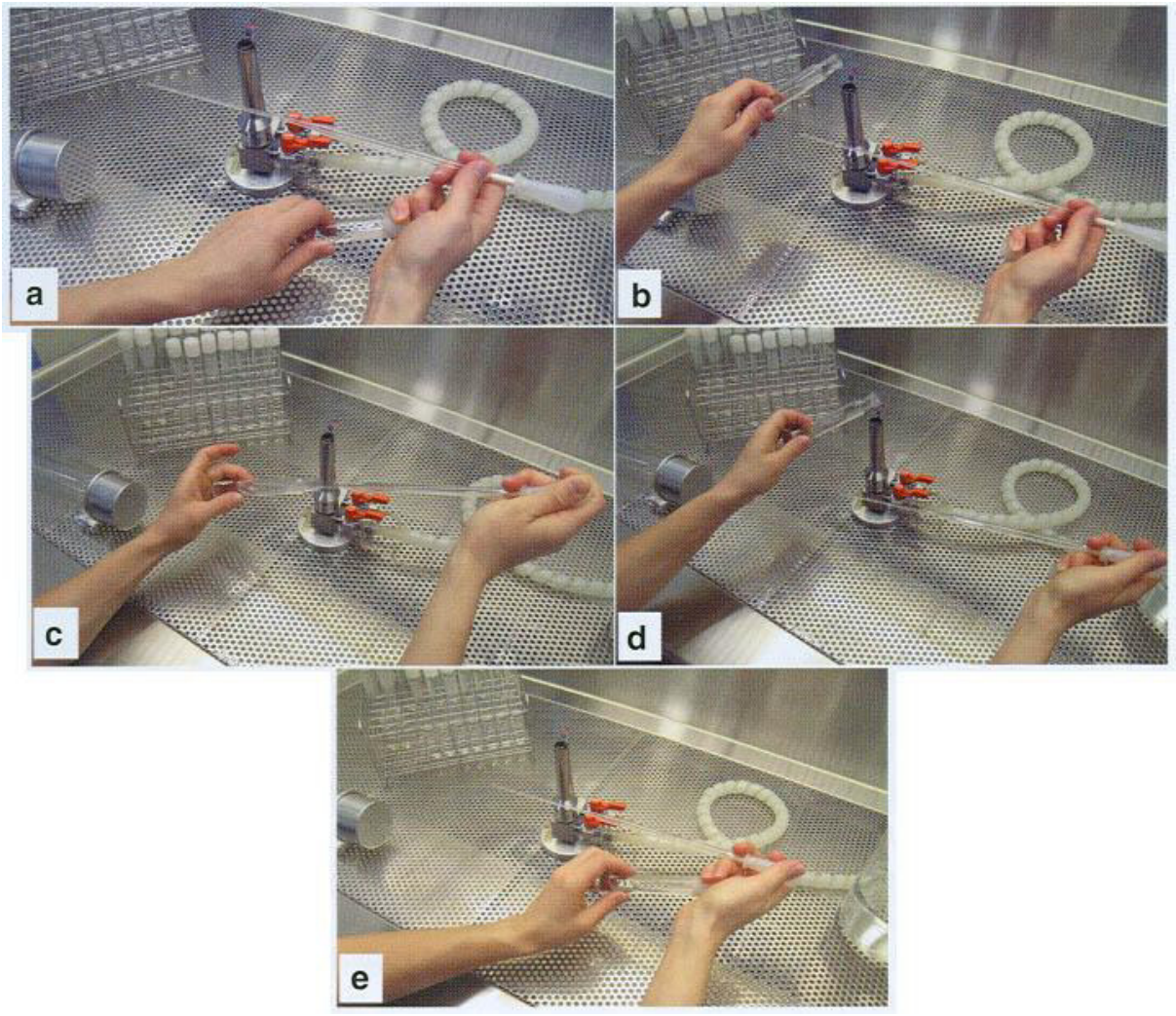


Рис. 10. Методика работы с пробиркой во время пересева (Kawachi, Noël, 2005). Пробку следует держать между ладонью и маленьким пальцем во время асептической работы: a – открывание пробки; b – обработка горлышка пробирки в пламени горелки; c – отбор суспензии клеток для пересева; d – повторная обработка горлышка пробирки в пламени; e – закрывание пробирки пробкой

34. Медленно поднести левую руку к сосуду, в который будет вноситься суспензия водорослей.

35. Используя те же процедуры, которые были описаны выше, открыть новую пробирку, поднести горлышко к пламени и опустить пипетку в новую пробирку, не касаясь стенок.

36. Медленно вылить суспензию водорослей в пробирку и осторожно вытащить пипетку. Если кончик пипетки находится ниже уровня жидкости, следует избегать появления пузырьков.

37. Поднести горлышко сосуда к пламени и закрыть крышку так, как было описано выше, соблюдая меры стерильности.

38. Поместить пробирку с водорослями, закрытую крышкой, в штатив.

39. Выбросить использованную пипетку в специальный контейнер, соблюдая меры предосторожности для предотвращения разбрызгивания суспензии клеток на рабочую поверхность. Если разбрызгивание все-таки произошло, вытереть жидкость салфеткой, обработать 70% этанолом и снова протереть поверхность чистой салфеткой. Поменять перчатки или обработать руки 70% этанолом.

40. Поставить пипетку в контейнер для использованных пипеток. Ладонью и указательным пальцем свободной левой руки взять пипетку за конец с ватной пробкой, и осторожно удалить грушу с пипетки правой рукой (рис. 11a).

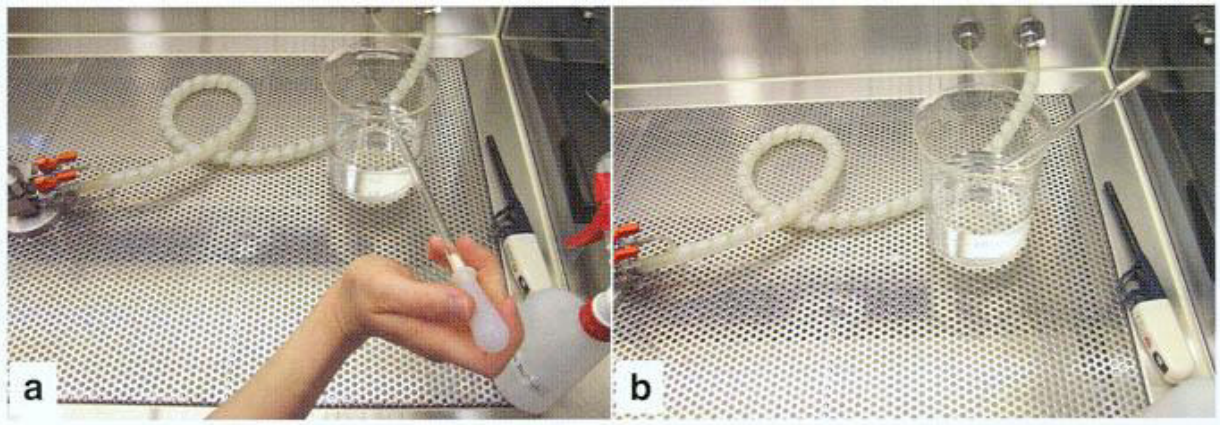


Рис. 11. Удаление остатков жидкости в стакан для утилизации (Kawachi, Noël, 2005): a - грушу следует удалять только тогда, когда пипетка находится над стаканом для предотвращения попадания жидкости на рабочую поверхность; b – стакан для утилизации должен быть устойчивым, чтобы при помещении в него большого количества пипеток он не опрокинулся; в стакане должно быть достаточное количество воды для его устойчивости и для того, чтобы кончики пипеток находились в жидкости.

41. Левой рукой поместить пипетку в контейнер, следя за тем, чтобы наконечник был полностью погружен в воду (рис. 11b). Вернуть грушу в нормальное положение. Рабочее место должно быть готово к следующему процессу инокуляции.

42. После окончания пересева выключить горелку Бунзена, убрать все материалы с рабочего места, и протереть все поверхности 70% этанолом.

43. Закрыть основной газовый кран, если он есть. Выключить систему вентиляции и включить УФ-лампу. Выйти из комнаты, осторожно открывая и закрывая дверь.

44. Снять защитную одежду и положить в специальный шкаф для стерилизации.

45. Лучше всего иметь специальную чистую обувь для пересевов. Перед входом в стерильную комнату для пересевов нужно положить коврик для протирания обуви. Грязь с обуви является одним из основных источников загрязнения.

46. Перед допуском к работе необходимо проводить инструктаж и объяснять все правила соблюдения стерильности. Только после этого исследователя можно допускать к пересеву культур (Kawachi, Noël, 2005).

4.6.3. Пересадка агаровых культур

Процедура пересадки агаровых культур имеет ряд особенностей, но в целом характеризуется большим сходством с пересадкой жидких культур:

1-5. Эти пункты аналогичны методике пересадки жидких культур.

6. Положить микробиологическую петлю возле горелки Бунзена. Поставить пробирки или чашки Петри слева на периферию радиуса 40см от горелки.

7. После организации рабочего места повернуть газовый кран и зажечь горелку Бунзена. Надеть стерильные перчатки или протереть руки 70% этанолом. С этого момента начинаются стерильные манипуляции, поэтому нужно работать внутри радиуса 40см вокруг горелки Бунзена.

8. Нагреть микробиологическую петлю в синей части пламени горелки Бунзена до тех пор, пока металл не раскалится (рис. 12a).

9. Остудить петлю внутри зоны 20см от горелки Бунзена (рис. 12b).

10. Левой рукой переместить пробирку с культурой по направлению горелки внутрь зоны 2см от горелки.

11. При работе с пробиркой следуйте инструкции для пересадки жидких культур (см. п. 23-25). При работе с чашками Петри открыть крышку левой рукой под углом 45˚, избегая касания внутренней части крышки (рис. 12c).

12. Медленно опустить петлю в пробирку и осуществить забор небольшого количества культуры, не царапая агар (рис. 12d).

13. Закройте крышку пробирки или чашки Петри крышкой (см. п. 30-32 инструкции по пересеву жидких культур).

14. Медленно поднести свою левую руку к сосуду, в который будет пересаживаться культура.

15. Используя процедуру, описанную выше, открыть новый сосуд и аккуратно пересадить культуру на поверхность агара, не царапая ее. Использовать подходящую технику пересева (например, горизонтальные зигзагообразные движения для пробирки или метод квадратов для чашки Петри). В любом случае, конец микробиологической петли не должен касаться стенок пробирки или чашки Петри.

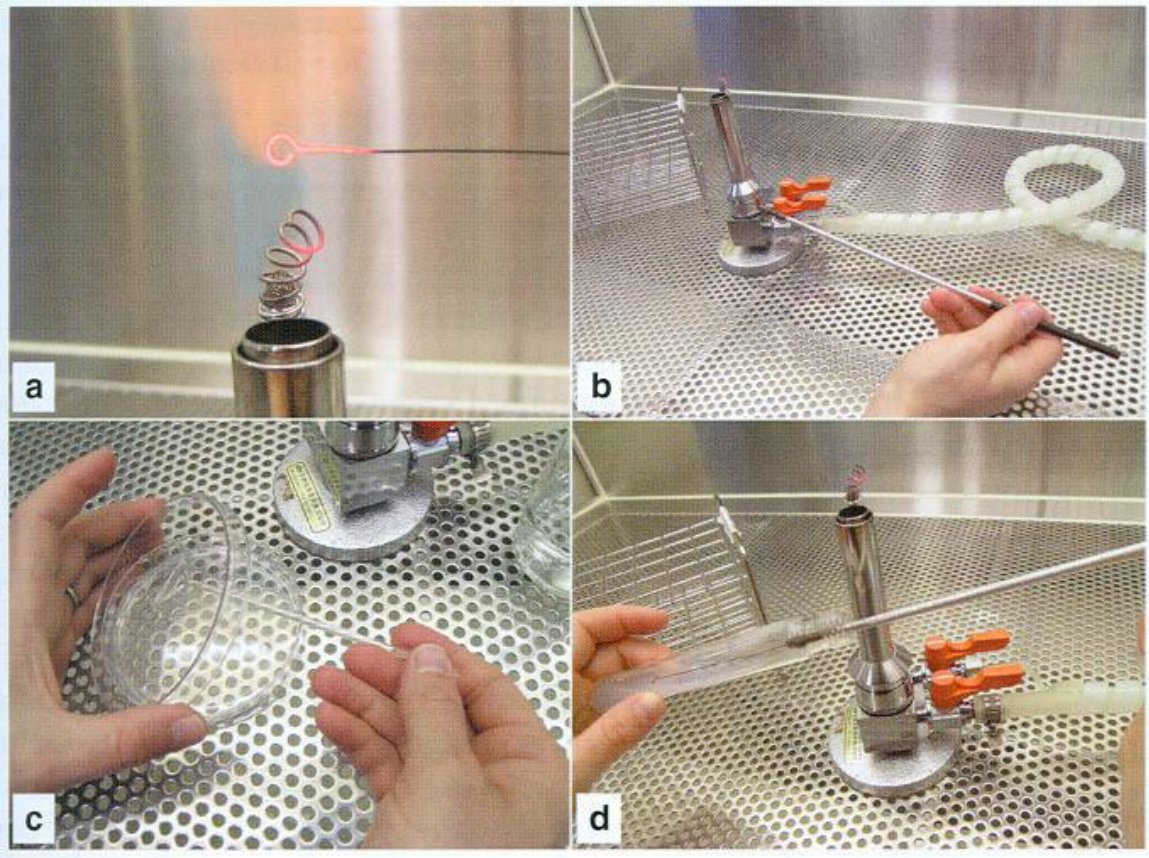


Рис. 12. Пересев культур водорослей на агаризованные среды (Kawachi, Noël, 2005): a – нагревание платиновой петли в пламени горелки Бунзена; b – охлаждение микробиологической петли вблизи горелки Бунзена; c – открывание чашки Петри под углом 45˚; d – посев культуры в пробирку, при этом следует избегать контакта петли со стенками пробирки, пробирку следует держать под углом 45˚ к поверхности

16. После пересева горлышко пробирки нагреть в пламени горелки и закрыть крышкой так, как описано выше, используя меры стерильности. При пересеве в чашки Петри закрыть крышку чашки Петри очень осторожно.

17. Нагреть конец микробиологической петли в синей части пламени до тех пор, пока металл не накалится. После остывания петли внутри зоны 20см от горелки петля готова к следующему пересеву.

18. Далее необходимо следовать инструкциям, приведенным в методике пересева жидких культур (см. п. 42-46) (Kawachi, Noël, 2005).

4.7. Оценка стерильности

Несмотря на соблюдение правил стерильности, не всегда удается избежать загрязнения. Поэтому полезно использовать тесты на стерильность для оценки условий. Бактерии и грибы растут на различных питательных агарах и бульонах, хотя необходимо отметить, что не все бактерии или грибы растут на любых специфических органических средах. Для проведения общего теста на стерильность можно использовать 0,1% пептонный агар. Для достижения лучшего результата пептон следует растворить в питательной среде перед добавлением дистиллированной воды. С целью выявления грибного загрязнения лучше подходит экстракт солода, так как на нем грибы растут лучше, чем на пептоне. Для специфических нужд, например, для метиламинотрофных бактерий, предпочтительным субстратом является метиламин.

Во время проведения теста для оценки воздушного загрязнения рабочего места серию питательных сред выставляют на открытый воздух на определенное время. Например, чашки Петри со стерильным пептонным агаром могут быть выставлены на 1, 5, 15, 30 и 60 минут. Сначала чашки Петри открывают на время (например, на 1 минуту) и потом закрывают. Затем чашки инкубируют в течение 1-3 дней, потом подсчитывают число колоний бактерий или грибов. Ламинарный бокс с вентиляцией можно считать стерильным, если на чашке Петри, открытой в нем в течение 1 часа, не обнаруживается никаких разрастаний. Для бокса, стоящего в маленькой комнате, при 15-30-минутной экспозиции в чашке допускается появление 1-2 колоний. Если после кратковременного открывания чашки на поверхности среды появляется многочисленные колонии, то окружающая среда является очень загрязненной, а процедуры стерилизации – неудачными. Таким же образом можно проводить тест на загрязненность с использованием пробирок с бульоном. Однако при этом невозможно подсчитать число колоний, поэтому при появлении признаков бактериального или грибного роста пробирка считается загрязненной. Если при экспозиции 10 пробирок в течение тех же интервалов времени, которые используются при оценке загрязненности с помощью агаровых чашек, ни в одной из 10 пробирок не наблюдается следов загрязнения, то среда считается стерильной. Если с момента проведения теста на загрязнение и началом работы условия среды изменяются, то невозможно гарантировать стерильность ра-

бочего места. Можно привести примеры, когда стерильность среды может измениться. Если тест на загрязнение проводился в условиях полевой станции одним человеком, а посев проводился в лаборатории, где присутствовало несколько человек, дополнительная активность может увеличить загрязненность. Загрязнение рабочего места может также увеличиться, если перед посевом проводили уборку помещения с помощью пылесоса, что способствует распространению спор в воздухе.

Существуют многочисленные вариации тестов на загрязненность в зависимости от среды, витаминов, маточных растворов, пипеток и т.д. Например, если с маточными растворами проводят многочисленные манипуляции при приготовлении, это может способствовать загрязнению среды. Стерильность маточных растворов можно проверить в продуваемом ламинарном боксе. Если среда окажется загрязненной, то ее следует вылить. В тех случаях, когда при приготовлении среды используется метод фильтрации, эту среду необходимо протестировать на загрязненность, чтобы проверить эффективность фильтрации. Позитивный бактериальный рост является свидетельством того, что бактерии прошли через фильтр.

Эти простые тесты с бесконечным числом модификаций могут использоваться для оценки стерильности. Если планируется работа с водорослями после проведения теста, необходимо соблюдать те же условия стерильности, что и во время проведения теста. Тесты не должны рассматриваться как абсолютные показатели стерильности, но они отражают состояние окружающей среды при отсутствии других возможностей оценки.

Следует отметить, что методики стерилизации могут зависеть от лаборатории и каждого исследователя. Однако вне зависимости от используемой методики необходимо строго соблюдать требования стерильности, без которых невозможно культивирование водорослей (Kawachi, Noël, 2005).

Контрольные вопросы

1. Что означает термин «стерилизация»?
2. Какие способы стерилизации вам известны?
3. В чем отличие автоклавирования от других способов стерилизации?
4. В каких случаях применяется стерилизация фильтрацией?
5. Чем отличаются между собой пастеризация и тиндализация?
6. Какое оборудование необходимо для обеспечения стерильности пересева?
7. Укажите основные этапы пересева водорослей в жидкую и на агаризованную среду.
8. Как оценить степень стерильности рабочего места?

ГЛАВА 5. МЕТОДЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ВОДОРОСЛЕЙ В КУЛЬТУРУ

5.1. Общие понятия о методах выделения водорослей

Выделение микроводорослей в культуру с помощью традиционных методов является хорошо изученной процедурой. Впервые методы выделения водорослей были описаны еще в конце XIX века М.Бейеринком (M.Beijerinch) и П.Миквелом (P.Miquel). Все водоросли условно можно разделить на две группы. В первую группу входят виды, в английском языке часто называемые «weeds», которые легко выделяются и культивируются. Ко второй группе относятся виды, которые достаточно сложно выделяются и плохо культивируются. Поэтому не удивительно, что организмы из экстремальных и необычных местообитаний менее многочисленны в коллекциях культур, чем те, которые обитают в пресных водоемах, почвах и возле морских побережий. Целью этого раздела является описание методов выделения водорослей из различных естественных местообитаний. Более подробную информацию можно найти в следующих сводках: Küster (1907), Kufferath (1928/29), Bold (1942), Pringsheim (1946), Brunel et al. (1950), Lewin (1959), Venkataraman (1969), Stein (1973), Guillard (1995).

5.2. Факторы, влияющие на выделение водорослей

Часто первым шагом на пути к успешной изоляции водорослей из их природной среды являются комплексные данные об их среде обитания. Например, для прибрежных морских водорослей важными факторами являются температура и соленость воды. Для океанского фитопланктона, кроме этих факторов, важны качество воды и токсичность металлов. Пресноводные водоросли, отобранные в весенне-летне-осеннее время, часто менее чувствительны к температуре, но подвержены влиянию pH среды. Полярные водоросли и водоросли снега очень чувствительны к высоким температурам, в то время как протисты горячих источников чувствительны к более холодным температурам. Водоросли, обитающие в кислых или засоленных местообитаниях, требуют специальных питательных сред. Для наземных или почвенных водорослей факторы окружающей среды менее значимы.

Для успешного культивирования необходимы и знания таксономии. Для выращивания диатомовых водорослей необходим кремний, эвгленовых – аммоний, некоторые виды (например, *Chrysochromulina*) нуждаются в селене. Миксотрофные виды (например, некоторые динофлагелляты и золотистые водоросли) нуждаются в добавлении источников питания для бактерий, бесцветные фаготрофы (например, *Pfiesteria*) могут требовать эукаритотических источников питания.

Следующим важным фактором, который нужно учитывать при культивировании, является уничтожение загрязнителей, особенно тех, которые могут конкурировать с нужным видом. Среди методов выделения водорослей наиболее распространенными являются изоляция с помощью разведения, изоляция отдельных клеток с помощью микропипеток, изоляция при помощи агара и др. Конечный этап выделения требует создания условий для дальнейшего роста водорослей. Иногда желаемый вид растет на начальных стадиях изоляции, но потом погибает после нескольких пересевов на свежую среду. Это является показателем того, что питательная среда лишена специфических элементов или органических веществ, недостаток которых сразу не проявляется. К сожалению, исследователь узнает об этом слишком поздно, когда оригинальный изолят уже погиб. Организм может подавляться отходами жизнедеятельности, что отравляет его среду обитания, приводя к гибели. В природе эти отходы обычно нейтрализуются другими организмами (Andersen, Kawachi, 2005).

5.3. Отбор образцов

Методы культивирования иногда являются критическими точками при проведении экспериментальных работ, так как поврежденные или мертвые клетки приводят к неудаче. Если нужный вид хорошо известен, и если его собирали и изучали ранее, исследователь будет вооружен багажом знаний, который позволит ему успешно культивировать эти водоросли.

Образцы, отобранные на глубине, могут быть чувствительны к изменению давления, света или температуры. Образцы, отобранные в чистые контейнеры и хранимые при постоянной температуре, часто обеспечивают сохранение жизнеспособности водорослей, в то время как концентрированные среды для отбора образцов оказываются непригодными. Ученый должен потратить много времени, чтобы выделить несколько клеток нужного ему вида. Наконец, если отбор проб ведется в местообитании, сведения об особенностях которого отсутствуют, или если вид неизвестен, исследователь может использовать целый комплекс методов для выделения и культивирования.

Природные образцы часто содержат мелких животных. Эти животные могут быстро поедать и уничтожать водоросли. Более крупные животные (например, коллемболы, ресничные черви и др.) и нежелательные колониальные водоросли могут быть удалены путем фильтрации. Отверстия фильтра должны пропускать водоросли и задерживать животных. Для удаления ненужных организмов эффективно проводить фильтрацию сразу же после сбора образцов. Таким же образом, если образец содержит большое количество более мелких нежелательных организмов, таких как бактерии и другие водоросли, путем фильтрации можно собрать нужные водоросли, которые остаются на поверхности фильтра.

Время является важным фактором во время выделения водорослей. Некоторые организмы быстро погибают, даже спустя один или несколько часов после сбора образцов. Выделение этих организмов должно проводиться очень быстро. Когда образцы обогащаются, некоторые виды очень быстро размножаются, но могут внезапно погибнуть. В этих случаях рекомендуется следить за состоянием культуры через 1-2 дня. Наконец, некоторые организмы, которые не обнаруживаются во время сбора образцов, появляются спустя недели или даже месяцы.

Другим аспектом фактора времени является изменение условий существования вида. Успешный рост выделенных клеток зависит от условий или состояния клеток во время сбора образцов.

Во время сбора образцов другим важным фактором является соблюдение условий стерильности. Грязная посуда, сети, фильтры и другие приспособления для отбора образцов могут содержать устойчивые стадии других организмов, особенно цисты, которые могут привести к загрязнению. Это особенно важно, если исследователь пытается собрать пробы с неизвестными организмами, потому что загрязнитель можно легко принять за вид, обитающий в естественных условиях (Andersen, Kawachi, 2005).

5.4. Оборудование и материалы

5.4.1. Микроскопы

При исследовании водорослей наиболее часто используются бинокулярная лупа и инвертированный микроскоп, хотя комбинированные микроскопы также используются. В хорошо оборудованной лаборатории могут использоваться все виды оптических приборов, каждый для своих целей. Бинокулярная лупа должна иметь хорошие оптические линзы, лучше всего с увеличением по крайней мере до 80×. Освещение, возможно, является наиболее важным аспектом при работе с бинокулярной лупой. Трансмиссионная иллюминация и иллюминация темного поля в этом случае дают хороший результат. Освещение по методу темного поля лучше трансмиссионного света, так как позволяет выделять более мелкие клетки. Подсветка Шотта с оптико-волоконным источником света и освещением темного поля является превосходным дополнительным модулем. Крошечные клетки, пылинки и бактерии ярко освещаются на темном фоне, и видны так же, как и при большом увеличении. Свет, пропущенный через флуоресцентную лампу или исходящий от другого источника света, тоже подходит, если зеркало предметного столика приспособлено к вращению во всех направлениях для улавливания света.

Инвертированный микроскоп должен иметь конденсор с большим рабочим расстоянием для обеспечения легкого доступа при использовании микропипетки. Инвертированные световые микроскопы, особенно послед-

ние модели, имеют преимущества для легкой изоляции и наблюдения, обеспечивая детальное изображение нужных объектов. К сожалению, микроскопы, произведенные до 1990 года, плохо подходят для этих целей. Наиболее часто используются оптические линзы с увеличением 4×, 10×, 20× и 40×. При работе с инвертированным микроскопом могут использоваться разные виды чашек или стекол, но этот микроскоп превосходит другие микроскопы по легкости работы с пластиковыми планшетами. Поэтому дизайн рабочего столика крайне важен для работы. Обогащенные культуры в пластиковых планшетах («multiwell plates») и изоляты одиночных клеток можно эффективно изучить с помощью инвертированного микроскопа; клетки могут быть изолированы прямо из гнезд.

Инвертированный микроскоп с флуоресцентным освещением является хорошим инструментом для определения и выделения цист из осевших образцов, поскольку клеточные стенки и хлорофилл могут обеспечивать флуоресцентный сигнал. Многие «цветущие» виды (например, рафидиофиты, диатомовые, динофлагелляты) были выделены в культуру именно путем изоляции их цист из осадков (Andersen et al., 1995).

Комбинированные микроскопы могут быть более сложны в эксплуатации, чем бинокулярная лупа и инвертированный микроскоп. Рабочее расстояние между линзами объектива и образцом у них мало́, что делает сложным отбор клеток с помощью микропипетки. Кроме того, многие составные микроскопы переворачивают изображение, затрудняя процесс выделения. Но на таких моделях могут устанавливаться реверсные призмы, которые позволяют облегчить работу. Существует много разных типов комбинированных микроскопов, но даже самые простые микроскопы, используемые для образовательных целей, имеют достаточное рабочее расстояние, позволяющее провести процедуру выделения водорослей (30мм для объективов с увеличением 4×, 8мм для линз 10× и 3мм для линз 20×, Olympus CH-2). Они имеют такую же разрешающую способность, как и инвертированные световые микроскопы, или даже лучше. Более того, простые комбинированные микроскопы популярнее и дешевле инвертированных микроскопов. Простая структура комбинированного микроскопа делает установку и разборку достаточно легкой, что является важным преимуществом во время полевых экспедиций. Если используется линза для водной иммерсии с увеличением 40×, препарат можно смотреть на большом увеличении без покровного стекла. После того, как положение клетки определено, для выделения водоросли может быть использована линза для маленького увеличения.

Комбинированный микроскоп может быть также очень полезным для проверки выделения одной клетки. Например, если крошечная клетка была выделена и помещена в стерильную каплю на предметное стекло с помощью бинокулярной лупы, потом ее можно изучить при

гораздо большем увеличении на комбинированном микроскопе. В этом случае комбинированный микроскоп позволяет исследователю различить несколько похожих типов клеток, а также проверить наличие клетки-загрязнителя. Фазово-контрастный микроскоп также может быть полезен для определения загрязнителя. Например, объективы 10× и 20× микроскопа Olympus CH-2 дают псевдо изображение темного поля, когда свет конденсора соответствует свету, предназначенному для объектива с увеличением 100×(Andersen, Kawachi, 2005).

5.4.2. Фильтры и сита

Сита, сети или фильтры используются для отделения ненужных частиц на две фракции по размеру, хотя форма частиц также влияет на процесс фильтрации.

Мембранные фильтры относятся к двум основным типам. Один тип фильтров состоит из переплетенных органических нитей (например, ацетата целлюлозы), которые имеют многочисленные отверстия (фильтры «извилистой дорожки»). Такие фильтры имеют поры диаметром менее 0,01мкм. Кроме того, они выпускаются с размерами пор 0,45, 0,2, или 0,1мкм. Фильтры этого типа изготавливаются при помощи собранного на электроде серебра (Flotronics, Flotronics, Inc.) и анодного алюминия (Anopore, Whatman, Inc.).

Другой тип мембранных фильтров представляет собой тонкие, плоские листы из поликарбоната, имеющие круглые отверстия примерно одинакового диаметра, расположенные случайным образом. Иногда два или три отверстия накладываются друг на друга. Данные фильтры лучше всего подходят для применения в фикологии. Второй тип фильтра предназначен для разделения фракций двух разных размеров, поэтому эти фильтры лучше соответствуют идеальному ситу, чем фильтры из органических нитей. Установлено, что используемые фильтры обоих типов с номинальным размером пор 0,2мкм, имеют многочисленные дефекты поверхности, которые видны с помощью электронной микроскопии. Частички грязи и водоросли размером несколько микрометров были обнаружены в фильтратах. Фильтры задерживали 92,5% частиц размером больше 0,1мкм, но они пропускали более мелкие частицы, включая гетеротрофные бактерии и пикофитопланктон (Andersen, Kawachi, 2005).

Лучше фильтровать небольшой объем водорослей, останавливая процесс, если фильтрация замедляется. Фильтр не должен высохнуть, жидкость, собранная над поверхностью фильтра, должна быть перенесена в стерильный сосуд. Фильтры с отверстиями большего диаметра могут использоваться, если первая фильтрация дает слишком мало клеток, или используется комбинация из нескольких фильтраций. Если фильтрат содержит только один вид водорослей, отфильтрованные клетки могут быть сра-

зу же перенесены непосредственно в питательную среду. Однако в большинстве случаев для выделения водорослей необходимо применение методов, описанных ниже.

Дифференциальная фильтрация также может использоваться для удаления дрожжей или других водорослей из образцов или накопительных культур. Нити грибов хорошо удерживаются фильтрами, однако их споры обычно проходят вместе с водорослями. Для уменьшения или удаления спор грибов можно добавить небольшое количество солодового экстракта или другого органического вещества. Споры грибов могут прорастать в течение 1-2 дней, образуя нити, которые можно собрать на фильтре до их нового прорастания (Andersen, Kawachi, 2005).

5.4.3. Посуда

До недавнего времени для выделения водорослей использовалась исключительно стеклянная посуда, сейчас ее часто заменяют пластиковой, одним из преимуществ которой является стерильность, обеспечиваемая ее хранением в стерильных пакетах, готовых для использования. Другим достоинством пластика является то, что посуда для культивирования обрабатывается субстанциями, способствующими росту многих видов водорослей. При выделении водорослей используются пробирки, чашки Петри, чашки Петри, разделенные на квадраты, часовые стекла, микропипетки Пастера, капиллярные трубки, предметные стекла, колбы и другая посуда (рис. 13).

Для выделения крупных водорослей принадлежности можно стерилизовать автоклавированием, однако для выделения очень мелких и трудных для выделения клеток необходимо использовать стерилизацию сухим жаром.

Неважно, какая посуда используется для выделения водорослей (стеклянная или пластиковая), главное, чтобы она была готова к началу процесса выделения. Все материалы должны быть упакованы для сохранения стерильности, их лучше всего содержать в стерильном ящике или пакетах. Кроме посуды, перечисленной выше, исследователь должен иметь запас стерильных крышек. Для отбора почвенных образцов необходимо иметь стерильную лопаточку и стерильную установку для фильтрования. Необходимо также иметь в наличии этикетки для записей, а для запечатывания чашек Петри и пластиковых планшет – парафильм. Наконец, нужно иметь запас чистых бумажных салфеток для протирания поверхностей.



Рис. 13. Посуда и оборудование для выделения водорослей (Andersen, Kawachi, 2005): a - сита для удаления животных и крупных водорослей; b - стеклянные и пластиковые чашки Петри; c – пластиковые планшеты; d - шприц с фильтром с диаметром отверстий 0,2мкм; e –микропипетка с дозатором; f - маленькая лупа, микробиологическая петля и пинцет; g - пипетки Пастера, установленные на металлической стойке; h – стерильные пипетки Пастера в пластиковом футляре; i - стеклянная трубочка, маленький шланг и соединительная трубка; j - мундштук для соединения шлангов во время изоляции, маленький соединительный шланг для пипетки Пастера; k – большой соединительный шланг с наконечниками пластиковой пипетки на обеих концах, один конец служит мундштуком, другой поддерживает пипетку Пастера; l - мундштуки и два наконечника пластиковых пипеток, которые могут быть использованы как мундштуки; m - стеклянная планшета, которая может быть использована для споласкивания клеток во время выделения; n - маленький аппарат для фильтрования; o - стеклянные пробки как для гладких пробирок, так и пробирок с резьбой для крышек; p - гладкие стеклянные пробирки со стеклянными пробками; q - пробирки со специальной резьбой для крышек; r – стерильные пробки для пробирок; s – пластиковые пробирки с крышками, стерилизованные промышленным способом; t - стерильные колбы для культивирования с крышками.

5.4.4. Камеры для выращивания водорослей

Для выращивания водорослей широко используют специальные камеры. Особенно тщательно следует подходить к выбору источника света. В настоящее время появились флуоресцентные лампы, излучающие полный световой спектр, близкий к естественному освещению. Следует избегать слишком яркого света. Если нет возможности приобрести специальную камеру для культивирования, можно использовать северное окно. Увеличение интенсивности света часто не приводит к усилению роста одноклеточных изолятов и наносит вред культурам. Большинство культур требуют освещенности 30-60μмоль×м$^{-2}$×с$^{-1}$, однако условия освещения могут различаться для организмов из экстремальных местообитаний. Для культивирования некоторых водорослей необходима темнота. Поэтому для вновь выделенных водорослей необходимо сначала попробовать выращивание в темноте, и только тогда, когда станет ясно, что им необходим свет, водоросли следует выращивать на свету. Для выращивания большинства водорослей используют циклы свет/темнота 12:12 или 16:8, хотя некоторые зимние штаммы требуют более длительного периода темноты (например, *Haslea*) (Andersen, Kawachi, 2005).

5.5. Среды, используемые при выделении водорослей

Выбор подходящей среды является важным условием для успешного культивирования водорослей. Поэтому перед началом выделения самое пристальное внимание следует уделить выбору среды для культивирования. Одиночные клетки широко распространенных организмов (таких, как *Chlorella*, диатомовые водоросли) хорошо растут после непосредственного помещения в готовую среду. Однако многие другие водоросли погибают в питательных средах. Слишком высокая концентрация солей является основной причиной неудачных попыток культивирования многих видов. Поэтому при выделении водорослей лучше всего использовать очень разбавленные среды. Для улучшения роста через неделю после начала культивирования в разбавленную среду нужно добавить необходимое количество питательных веществ. На разных стадиях роста культура требует разного количества питательных веществ, поэтому необходимо осуществлять постоянный мониторинг состояния культуры. После достижения необходимой скорости роста культуру можно поддерживать на обычных питательных средах (Andersen, Kawachi, 2005).

5.6. Стандартные методы выделения водорослей

5.6.1. Накопительные культуры

Накопительные культуры являются только первым шагом в процессе выделения чистых культур. Они являются результатом обогащения питательными веществами образца с водорослями. В качестве обогащающих субстанций используют питательные среды, почвенную вытяжку, макроэлементы (нитраты, аммоний и фосфаты), а в ряде случаев и микроэлементы. Почвенная вытяжка, возможно, является наиболее простой и самой подходящей средой при условии, что для ее приготовления использовалась почва высокого качества (Pringsheim, 1950). Для обогащения почвенной вытяжки, используемой для выращивания десмидиевых и некоторых других водорослей из кислых местообитаний, в почвенную вытяжку можно добавить сфагнум. Органические субстанции, такие как экстракт дрожжей (для обогащения витаминами), казеин (для аминокислот), могут быть добавлены в среду для выделения осмотрофных водорослей. Однако эти вещества нужно добавлять в очень низких концентрациях, так как они могут вызвать сильный рост бактерий. Бурное размножение бактерий приводит к увеличению токсичности культуры и последующей гибели водорослей. Для культивирования видов, никогда ранее не выделявшихся в культуру, исследователю иногда приходится искать новые подходы. М.Друп (M.Droop) пытался добавлять небольшие количества экстрактов разных фруктов в культуру фитопланктона при выделении *Oxyrrhis*. Он установил, что добавление свежевыжатого лимонного сока и экстракта лимонных корок дает положительный эффект (Droop, 1966, 1971).

Для питания миксотрофных бактерий можно добавить сухое зерно риса, которое быстро удовлетворяет потребность в органических веществах. Контролируемый рост бактерий, в свою очередь, обеспечивает питание для фаготрофных водорослей (например, *Ochromonas*, Chrysophyceae). Зерна риса не следует автоклавировать вместе со средой, так как при этом они становятся слишком мягкими и рассыпчатыми, что способствует развитию на их поверхности некоторых патогенных микроорганизмов. В среду для культивирования можно добавлять растворимые органические вещества, такие как глюкоза, ацетат или экстракт дрожжей. Однако количество растворенных органических веществ должно быть уменьшено при выращивании хризофитовых флагеллят и других медленно растущих миксотрофов. Для выделения эвгленовых водорослей в почвенную вытяжку иногда добавляют различные семена, например, 1/4 горошины, однако в этом случае зер-

но добавляется в качестве дополнительного источника аммония и органических веществ (Andersen, Kawachi, 2005).

Природные образцы часто лишены одного или более питательных веществ, однако в природе водоросли выживают, так как жизнедеятельность бактерий и гибель организмов восполняет этот дефицит. В отобранном образце это восполнение уменьшается или совсем прекращается, и этот питательный стресс может вызвать гибель нужного вида. Таким образом, для некоторых видов небольшое обогащение может продлить жизнь здоровых клеток водорослей, необходимых для выделения культуры. Обогащение полевых образцов может быть эффективным для океанических видов, когда отбор проб ведется на корабле, особенно во время длительных путешествий. В этих случаях добавление очень небольшого количества питательной среды или раствора солей позволяет культуре сохраниться до конца путешествия. Однако обогащение может быть вредным для водорослей в зависимости от места культивирования. Например, если нужный вид является редким и не может конкурировать с более широко распространенными видами, обогащение может снизить численность этого вида. В этом случае лучше не обогащать образец. Обогащенную культуру лучше хранить в специальном шкафу для инкубации, проверяя состояние нужного вида. После получения хорошо растущей культуры выделяют этот вид. Если водоросль хорошо растет в обогащенной культуре, это облегчает её выделение.

Для подбора оптимального вещества для обогащения можно провести следующий эксперимент. В 10 пробирок нужно поместить по 10мл среды, и в каждую из пробирок добавить разные добавки (нитраты, фосфаты, силикаты, аммоний, железо и т.д.). Кроме того, можно попытаться смешать разные добавки. Затем в каждой из пробирок можно будет обнаружить различные организмы, в зависимости от того, какие добавки эти организмы предпочитают. Более того, в некоторых пробирках можно будет обнаружить организмы, не обнаруженные в среде до обогащения (Andersen, Kawachi, 2005).

В каком количестве нужно обогащающие добавки? Хотя ответ на этот вопрос зависит от образца и среды, в целом ответ будет таков: «не очень много». Максимальное количество добавки – столько же, сколько содержится в обычной среде, содержащей этот компонент, минимум – одна тысячная доля этого количества. Например, приблизительно 800 мкмоль нитрата эквивалентно его количеству, содержащемуся в среде f/2 (Guillard, 1975), которая используется для роста водоросли *Skeletonema*, но для выделения одиночных клеток кокколитофоров лучше использовать нитрат в количестве 800 наномоль. Во-вторых, добавку можно вносить постепенно (например, 800 наномоль нитрата в первый день, еще 800 наномоль на десятый и т.д.). Если биомасса водоросли удваивается, то и добавку тоже надо удваивать. Для видов с r-отбором (например, *Skeletonema*) большое количество нитрата не только

полезно, но и необходимо. Наоборот, для видов с k-отбором (океанских кокколитофоров), растущих очень медленно, требуется небольшое количество добавок. В таких условиях r-виды погибают, и спустя определенное время k-виды становятся доминантами.

Добавление аммония особенно полезно для видов, нуждающихся в этом компоненте (например, для *Aureoumbra*). В некоторых случаях (например, для *Aureococcus*) концентрации аммония свыше 20мкммоль являются летальными. Таким образом, эти два вида водорослей, так похожие друг на друга во многих отношениях, различаются по своей потребности в питательных веществах.

Выборочное культивирование является разновидностью обогащенного культивирования для специальных целей. Если целью является выделение микроводорослей, которые могут расти при высоких концентрациях углекислого газа, тогда среды обогащают углекислым газом. Таким же образом могут быть составлены селективные культуры и по отношению к другим факторам (высокая и низкая температура, свет, соленость, pH). Специальные физические условия могут оказать сильное воздействие на рост культур. Например, некоторые бентосные диатомеи, особенно крупные *Pinnularia*, лучше развиваются при наличии осадка, по которому они могут двигаться и расти (Andersen, Kawachi, 2005).

5.6.2. Выделение клеток с помощью микропипетки

Этот метод является наиболее распространенным методом выделения водорослей. В этом методе используется микропипетка Пастера или стеклянный капилляр. Для этого пипетку Пастера нагревают в пламени спиртовки, вытягивают с помощью пинцета и ломают (рис. 14).

После некоторой практики эта процедура становится быстрой и легкой. Пипетку следует держать в одной руке, в другой руке следует держать пинцет, придерживая наконечник. Пипетки следует слегка покручивать, обеспечивая ее размягчение в точке плавления. Когда нагреваемый участок расплавится, пипетку двигают в пламени и постепенно вытягивают для получения тонкой трубочки. Если пипетку растягивать быстро и делать это в пламени горелки, то получается очень тонкая ниточка. Некоторые исследователи предпочитают работать с прямыми пипетками и затем загибать у них кончик. Изогнутый кончик удобен для того, чтобы достать водоросли из глубокой емкости, но прямой наконечник удобен для того, чтобы поместить водоросль в каплю воды. После вытягивания кончика пипетки его следует остудить в течение пары секунд. Затем пинцетом нужно найти участок в самом тонком месте, лучше всего перед изгибом вниз. Затем легким движением нужно сломать пипетку и отломанный конец выбросить. Если конец пипетки получился зубчатым, надо повторить всю процедуру, так как неровный конец не позволит захватить нужную клетку.

Некоторые исследователи делают сразу несколько микропипеток, в то время как другие предпочитают делать пипетку непосредственно перед использованием. Использованную ранее пипетку можно снова использовать для получения новых стерильных наконечников, при условии, что вода не попала в пипетку при предыдущем использовании. При повторном использовании пипетки, погружаемой в морскую воду, на стенках часто образуются микроскопические корки из соли.

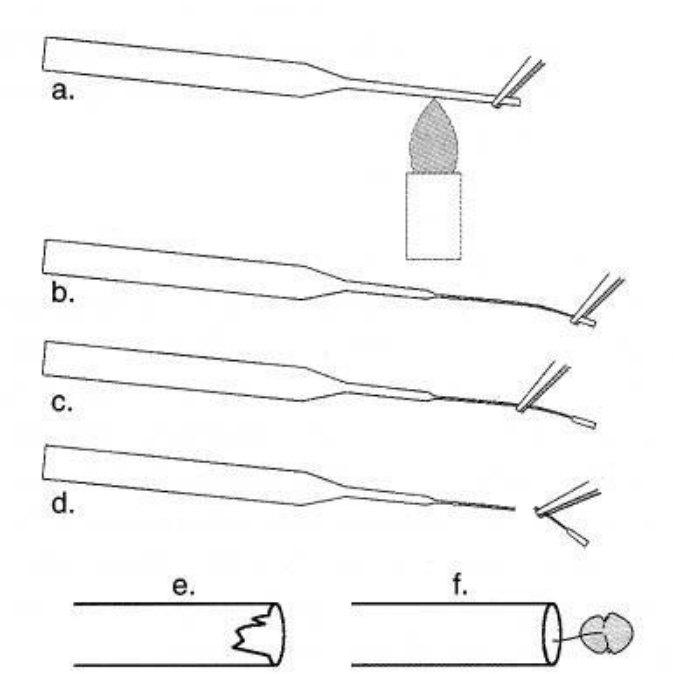


Рис. 14. Приготовление микропипетки из пипетки Пастера (Andersen, Kawachi, 2005): a - пипетку Пастера нужно держать над самой горячей частью пламени, держа ее в левой руке. В правой руке нужно держать щипцы, пипетку нужно поворачивать до тех пор, пока стекло не расплавится; b – когда стекло расплавится, пипетку нужно вытянуть над пламенем таким образом, чтобы поучилась тонкая трубочка; c - затем пинцет нужно передвинуть к самому тонкому участку трубочки; d – легким движение щипцов сломать трубочку в самой тонкой части, в результате чего образуется микропипетка; e – если пипетка получилась с неровными краями, ее нужно выбросить, так как она непригодна для работы; f – если края пипетки ровные, то тогда эта пипетка пригодна для работы. Диаметр кончика пипетки должен быть больше диаметра клетки водоросли, имеющей жгутики, что уменьшит риск повреждения жгутиков во время изоляции

Целью изоляции с помощью микропипетки является захват клетки водоросли из образца, перенесение клетки без повреждения в стерильную каплю, новый захват клетки, и перенесение клетки в новую стерильную каплю. Этот процесс повторяется до тех пор, пока одиночная клетка водо-

росли, свободная от других протист, может быть перенесена в среду для культивирования (рис. 15).

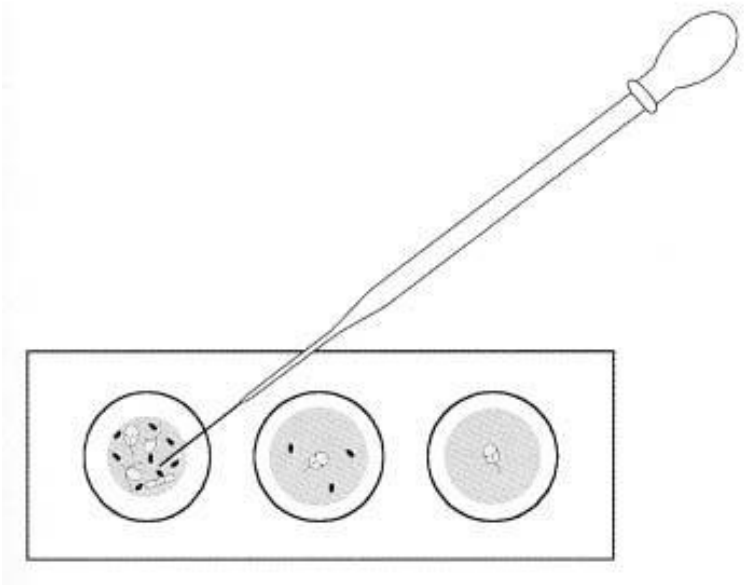


Рис. 15. Использование пипетки для удаления нежелательных организмов (Andersen, Kawachi, 2005). В левой и средней части рисунка показано, как удаляются нежелательные организмы, при этом в правой части рисунка показано, что нужный организм остается в стерильной капле

Для организмов с прочной клеточной оболочкой даже многоэтапная процедура изоляции не страшна, однако выделяя водоросли с нежной оболочкой, нужно всегда помнить об осторожности.

При выделении водорослей необходимо использовать микроскоп. Образец, содержащий нужный вид, может быть перенесен в стеклянную или пластиковую чашку, планшету или любой другой контейнер. Стерильная капля воды должна быть подготовлена до начала процесса выделения. Иногда (Lewin, 1959) рекомендуется помещать каплю на агар для уменьшения испарения, однако это не всегда необходимо. Кроме того, агар не прозрачен, как стекло или пластик, и очень мелкие клетки на нем трудно разглядеть. Стерильная капля может состоять из стерильной морской, озерной или речной воды, или питательной среды. Водоросли должны выживать в капле, не испытывая стресса. Например, пресноводные водоросли погибают в морской воде или концентрированной питательной среде.

Существует два обычных метода для захвата отдельных клеток с помощью микропипетки.

Суть первого метода заключается в следующем. Гибкий резиновый шланг нужно соединить с мундштуком и с микропипеткой или капиллярной трубкой. Лучше всего использовать тонкий шланг, так как он имеет

меньший вес, однако это потребует использования специальных соединительных трубок. Можно приобрести специальные соединительные трубки, однако в этом качестве можно использовать и части пипеток Пастера или пластиковых трубочек. Короткий конец шланга, соединенный с соединительной трубкой, обеспечивает быстрое и легкое крепление с микропипеткой. Можно использовать и более толстый шланг, однако это затруднит его использование. Толстый шланг обычно отрезают со стороны более длинного конца так, чтобы шланг можно было бы пропустить по плечам и шее для удобства при использовании. Хотя для соединения крупных шлангов можно использовать различные устройства для соединения, очень хорошо подходит наконечник для 1000мл пластиковой пипетки.

Исследователь помещает небольшое количество стерильной воды в микропипетку. Затем нужно поместить конец микропипетки рядом с нужной водорослью и втянуть каплю ртом для того, чтобы водоросль попала в микропипетку. После успешного захвата нужной клетки, конец пипетки нужно переместить в стерильную каплю, затем в следующую каплю и так далее. Эти операции нужно выполнять с осторожностью, чтобы не повредить клетку.

Согласно другой методике конец микропипетки может быть помещен в стерильную каплю таким образом, что в результате капиллярной силы вода попадет в микропипетку. Если сухую пипетку погрузить в образец (например, без погружения наконечника в стерильную каплю), то в результате капиллярной силы в пипетку могут попасть нежелательные частицы. После погружения в стерильную жидкость микропипетку подводят к выбранной клетке, и остаточная капиллярная сила засосет клетку в микропипетку. Затем конец микропипетки с нужной клеткой нужно перенести в следующую стерильную каплю, и клетку можно освободить путем выдувания.

Иногда стерильная капля, наряду с нужной клеткой водоросли, может содержать и другие частицы. Используя методику, описанную выше, можно перенести нужную клетку в следующую стерильную каплю. Эту процедуру можно повторять до тех пор, пока исследователь полностью не очистит клетку, которую затем можно поместить в емкость с питательной средой.

Диаметр конца пипетки должен быть по крайне мере в два раза больше диаметра клетки водоросли, но не больше, чем в несколько раз. Если диаметр пипетки будет меньше, это может повредить клетку при выделении, особенно если клетки голые или имеют жгутики. Если микропипетка имеет слишком большой наконечник, это может затруднить захват клетки и будет способствовать проникновению в пипетку нежелательных частиц. При выделении нитчатых водорослей, а также водорослей, образующих цепочки или одиночных длинных клеток (например, некоторых пеннатных диатомей), микропипетку следует направ-

лять к концу нити, цепочки или клетки. Микропипетку лучше держать под углом, чтобы клетки или нити можно было захватить без сильной деформации (Andersen, Kawachi, 2005).

Некоторые клетки обитают на дне чашки Петри. Попытки выделить эти клетки часто приводят к их повреждению и гибели. Быстрая обработка клеток может помочь в решении этой проблемы. Для этого клетки нужно достать сразу же после того, как будет отобран образец, чтобы водоросли не успели осесть на дно и там закрепиться. Затем клетку как можно скорее перенести в стерильную каплю. Эту процедуру нужно повторять до полной очистки клеток. При этом надо наблюдать за тем, чтобы водоросли не прикрепились к стенкам пипетки.

Хотя все методы выделения основаны на изоляции одиночных клеток – начиная с оригинального образца до выделения клеток в культуру – это не исключает использования и других подходов. Опытный исследователь может выделять несколько клеток и доводить их от природного образца до чистой культуры. Имея опыт, можно оценить жизнеспособность клеток. Для флагеллят прекращение плавания может быть признаком повреждения. Поврежденные клетки диатомей могут отражать свет иначе, чем нормальные клетки. Вытекание протоплазмы является очевидным признаком серьезных повреждений.

Другим подходом является выделение нескольких нужных клеток в питательную среду, которую нужно защитить от высыхания (например, с помощью парафильма). Затем эти клетки нужно оставить на период от нескольких минут до нескольких дней. Впоследствии жизнеспособные клетки могут быть отобраны, так как их можно будет отделить от поврежденных и мертвых клеток. Наконец, во многих случаях при использовании этой методики можно легко освободиться от клеток-загрязнителей. Этот метод уменьшает затраты времени на выделение нужных клеток, так как усилия исследователей направлены только на удаление загрязнителей. После удаления всех загрязнителей нужную клетку можно поместить в стерильную питательную среду.

Еще одна методика работы с микропипетками может быть использована для определения повреждения клеточных стенок некоторых диатомей, особенно крупных, и может быть полезна для получения клональных штаммов, которые могут быть двудомными. Кроме того, целенаправленные повреждения клеточных оболочек служат немаловажным фактором для нивелирования физического ограничения регенерации размеров. Например, ряд авторов (Rogerson et al., 1986) применяли этот метод для получения голых клеток *Coscinodiscus asterophalus*, используя повторную интродукцию клеток, помещенных в 1% раствор папаина (Andersen, Kawachi, 2005).

5.6.3. Выделение клеток с использованием агара

5.6.3.1. Посев штрихом

Выделение водорослей на агаровых чашках также является одним из старейших и распространенных методов. Этот способ предпочтителен для выделения многих коккоидных и большинства почвенных водорослей. Популярность метода объясняется не только его легкостью, но и тем, что аксеничные культуры могут быть получены без использования других процедур. Для успеха этого метода водоросли должны растить на агаре. Некоторые флагелляты (например, *Heterosigma, Pelagomonas, Peridinium*) не растут на агаре, другие (например, *Chlamydomonas, Pavlova, Synura, Tetraselmis*) растут очень хорошо. Коккоидные клетки обычно очень хорошо растут на агаре, за некоторыми исключениями (например, *Aureococcus*, *Aureoumbra*). Большинство диатомовых водорослей и некоторые криптофиты тоже хорошо растут на агаре.

В большинстве случаев концентрация агара не является определяющим фактором, она может колебаться от 0,8% до 1,5-2%. Некоторые водоросли растут на «мокром» агаре (с концентрацией 0,3-0,6%), однако большинство водорослей все же хуже растут на влажных агаризованных поверхностях.

Агар также является хорошей средой для роста грибов и бактерий. Полевые образцы с существенным грибным загрязнением могут принести много неприятных сюрпризов, так как грибы растут очень быстро, образуя спорангии и споры, затрудняя выделение водорослей. Для удаления нитей можно использовать фильтры и органические вещества. Если рост грибов наблюдается в чашках Петри, то их лучше сразу выбросить, не открывая. Наоборот, бактерии часто образуют маленькие ограниченные колонии, и одновидовые культуры можно получить, если их аккуратно перенести с поверхности твердой среды. Исключение составляют бактерии из образцов бентоса, отобранные в тропиках, поскольку они часто содержат бактерии, которые «растворяют» участки на поверхности агара.

Выделение водорослей методом «штриха» аналогично методикам, используемым для изоляции бактерий. Микробиологической петлей берут небольшое количество образца, который потом распределяют по поверхности среды, используя одну из нескольких методик (рис. 16).

Сначала штрихи содержат большое число водорослей, однако по мере движения петли число клеток уменьшается до одиночных клеток. После посева водорослей чашки инкубируют до начала роста колоний. Время инкубации варьирует от нескольких дней для почвенных и пресноводных водорослей до нескольких месяцев для океанических видов. Затем колонии, образованные потомками отдельных клеток, выделяют в культуру. Колонии можно отделить с поверхности агара при помощи микропипетки или

нихромовой (платиновой) микробиологической петли. Микропипетку обычно используют в сухих условиях. Если пипетка «загружена» стерильной жидкостью, то небольшое количество жидкости может рассеяться по колонии. Когда конец микропипетки коснется колонии, некоторое число клеток попадает в пипетку. Затем микропипетку нужно быстро опустить в сосуд с питательной средой или в другую чашку Петри. Клетки следует осторожно выдуть из пипетки. Водоросли можно также посеять штрихом на другую агаровую чашку. Если клетки были выделены из отдельных клеток с соблюдение правил стерильности, постепенно можно получить чистую аксеничную культуру (Andersen, Kawachi, 2005).

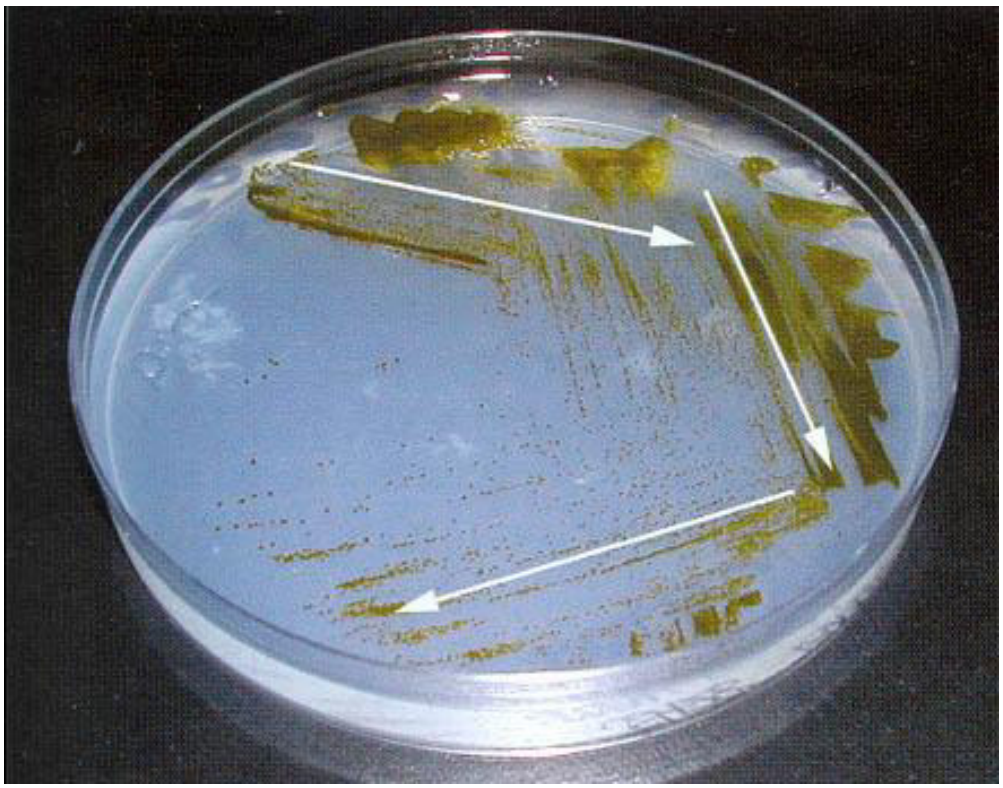


Рис. 16. Выделение водорослей методом «штриха» (Andersen, Kawachi, 2005). На фото можно увидеть, как на агаре по маршруту движения петли развиваются одиночные колонии водорослей

5.6.3.2. Культивирование водорослей внутри агара

Некоторые водоросли не растут на поверхности агара, но очень хорошо растут внутри него. Впервые эту методику использовал М.Бейеринк, однако он использовал вместо агара желатин. К.Скиннер (C.Skinner) применял интересную модификацию этого метода: он наливал агар в пробирки с водорослями, а потом, после инкубации, разбивал пробирки и доставал колонии водорослей (Andersen, Kawachi, 2005). Е.Прингшейм (Pringsheim, 1946) обобщил историю методики выращивания внутри агара.

Позднее эту методику стали использовать для выращивания океанских пикопланктонных видов (Brahamsha, 1996; Toledo, Palenik, 1997). Для получения погруженных в агар колоний клетки из полевого образца или обогащенной культуры смешивают с жидким агаром и потом разливаются в чашки Петри. Агар должен быть прохладным – чуть выше температуры застывания – для предотвращения чрезмерного нагревания водорослей. Для этих целей лучше использовать агар с низкой температурой застывания. После этого чашки нужно остудить. Затем колонии нужно инкубировать при нужной температуре и освещенности до появления колоний водорослей. Потом можно выделить нужные водоросли с помощью микропипетки и поместить в жидкую питательную среду. Хотя с помощью этой методики можно поддерживать культуру достаточно длительное время, все же в большинстве случаев способ выращивания клеток внутри агара используется для выделения культуры (Andersen, Kawachi, 2005).

5.6.3.3. Методика автоматизированного распыления

Этот способ может использоваться для посева водорослей в чашки Петри. Методика может варьировать, однако суть метода состоит в распылении суспензии клеток водорослей с помощью специальных устройств (Pringsheim, 1946). Для достижения лучших результатов эту процедуру лучше проводить в стерильном боксе, чтобы бактерии и грибы не попали в чашку. После инкубирования клеток выросшие колонии водорослей переносят в жидкую питательную среду.

5.6.3.4. Выделение водорослей методом перемещения через агар

Агаровые чашки могут быть использованы для отделения нитчатых водорослей от эпифитов в качестве одного из этапов процесса выделения. Существует много различных вариаций этой методики. Обычно при использовании данного метода исследователи изготавливают из пипетки Пастера крючок, и с помощью этого крючка протаскивают нить через агар. Для более крупных нитей используется металлический крючок. Затем очищенная нить помещается в жидкую питательную среду или в чашку с агаром (Andersen, Kawachi, 2005).

5.6.4. Метод разбавления

Метод разбавления используется уже в течение многих лет, он эффективен для организмов, которые содержатся в образце в большом количестве, но неэффективен для редко встречающихся организмов. Целью метода разбавления является помещение клеток в пробирку, колбу или «гнездо» пластиковой планшеты с последующим получением одноклеточных изолятов (Kufferath, 1928/29, Droop, 1954, Throndsen, 1978) (рис. 17).

Если знать приблизительную концентрацию клеток, то можно легко вычислить необходимое разведение, чтобы небольшой объем раствора (например, одна капля, 50 мкл, 1мл) содержал одну клетку. Если приблизительная концентрация клеток неизвестна и не может быть быстро вычислена, то можно приготовить серию разбавленных растворов, уменьшая концентрацию от разведения к разведению в 10 раз. В большинстве случаев пятое или шестое разведение имеет необходимую концентрацию клеток (так, например, если в шестом разведении одна капля содержит одну клетку, то концентрация в первоначальном растворе была 10^6 клеток×мл$^{-1}$).

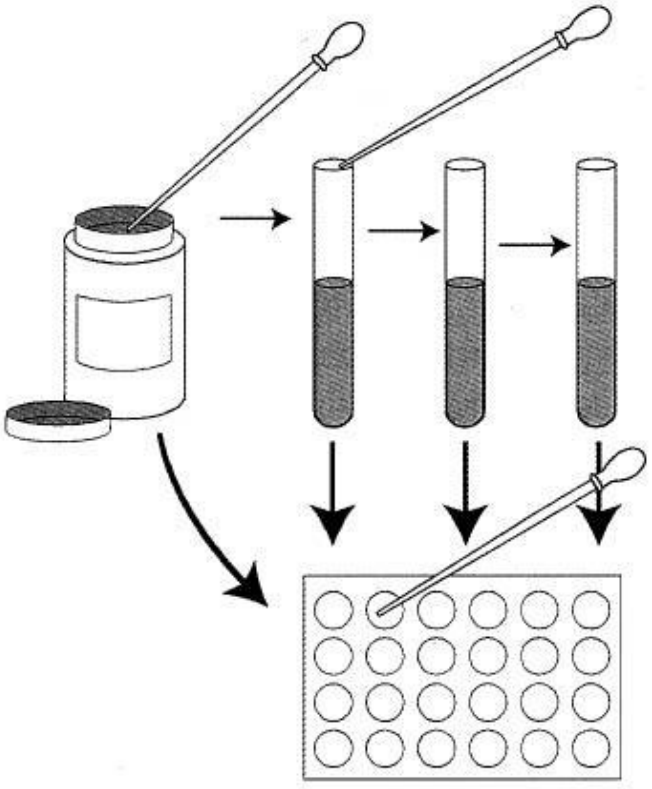


Рис. 17. Иллюстрация метода разбавления (Andersen, Kawachi, 2005). Аликвота берется из емкости с полевым образцом (слева) и помещается в пробирки, содержащие стерильную среду. После перемешивания, одна аликвота берется из пробирки и распределяется в планшету, содержащую стерильную среду, вторая аликвота добавляется в средние гнезда. После перемешивания процесс повторяется (распределение в гнезда и добавление в пробирки справа). Каждый цикл заключается в разбавлении природного образца и увеличивает возможность выделения отдельных клеток

Метод разбавления является наиболее распространенным методом, используемым при культивировании случайных видов из полевых образцов, особенно если целью исследователя является открытие новых видов. Применяются различные варианты этой методики. Во-первых, разведение

может проводиться в питательной среде, дистиллированной воде (для пресноводных организмов), морской воде (для морских организмов), отфильтрованной воде из полевого образца, или комбинации из этих растворов. Питательная среда может содержать все соли, необходимые для выделения широко распространенных организмов, или же быть очень разбавленной для редких видов. Во-вторых, усилия исследователей могут быть направлены на концентрации, при которых возможно выделение отдельных клеток (10, 50, 100 попыток). Обычно делают большое количество пробирок из последнего разведения, принимая во внимание, что в некоторых пробирках клетки могут погибнуть, другие могут содержать несколько видов, а в следующих водоросли вообще могут отсутствовать. В-третьих, в некоторые пробирки могут быть добавлены микроэлементы (например, аммоний, селен), если целью является выделение видов, которые нуждаются в этих добавках. Таким же образом можно инкубировать водоросли при разной температуре и освещенности. При помощи этой методики редко удается получить аксеничные культуры, так как бактерии более многочисленны, чем водоросли (Andersen, Kawachi, 2005).

5.6.5. Разделение водорослей центрифугированием и осаждением

Разделение водорослей на основе силы тяжести может быть эффективным для разделения организмов, различающихся по размерам. Для этого используют два метода: центрифугирование и осаждение. Сила тяжести, возможно, чаще используется для концентрации нужных организмов, чем для получения одновидовых культур. Целью этой процедуры является отделение более крупных и тяжелых клеток от более мелких клеток и бактерий. Легкая фильтрация в течение короткого времени может использоваться для очистки диатомовых водорослей и динофлагеллят от более мелких клеток. Эту процедуру можно повторять до полной очистки культуры. Для быстро плавающих динофлагеллят этот процесс нужно проводить очень быстро, так как водоросли могут уплыть обратно в жидкость. Кроме того, сильное центрифугирование может повредить клетки, особенно нежные организмы со стрекательными клетками. Сила и скорость центрифугирования зависит от вида водоросли и определяется эмпирически. Центрифугирование с использованием градиента плотности (например, силикатных солей) также может использоваться для разделения лабораторных культур (Reardon et al., 1979).

Метод осаждения применяется для разделения неподвижных крупных или тяжелых клеток. Образец слегка встряхивается и помещается в пробирку, колбу, цилиндр или другой сосуд для осаждения. Осаждение проводят до тех пор, пока бóльшая часть нужных клеток не осядет на дно, в то время как более мелкие клетки будут оставаться в растворе. После

этого верхняя часть раствора сливается. Этот процесс можно повторять до получения нужного результата.

Как центрифугирование, так и осаждение эффективны для концентрации крупных клеток, однако с помощью этих методов трудно получить одновидовые культуры или выделить отдельные клетки. Для этих целей нужно комбинировать центрифугирование и осаждение с другими методами (фильтрацией, изоляцией клеток с помощью микропипеток и т.д.) (Andersen, Kawachi, 2005.

5.6.6. Выделение с использованием фототаксиса

Фототаксис может быть использован для выделения флагеллят (Bold, 1942). Этот метод эффективен, если образец содержит один доминирующий вид флагеллят, обладающий фототаксисом. Если таких видов несколько, то процесс выделения отдельных видов затрудняется. Для этого метода необходима установка, включающая источник света. Самая простая установка представляет собой трубку со стерильной средой, на одном конце которой находится образец с водорослями, а на другом – источник света. После того как клетки продвинутся на достаточное расстояние в стерильную жидкость, они могут быть отделены с помощью микропипетки и помещены в стерильный сосуд. Для усовершенствования процесса выделения было предложено специальное устройство, состоящее из колбы со встроенным рукавом. Схема этого устройства изображена на рис.18.

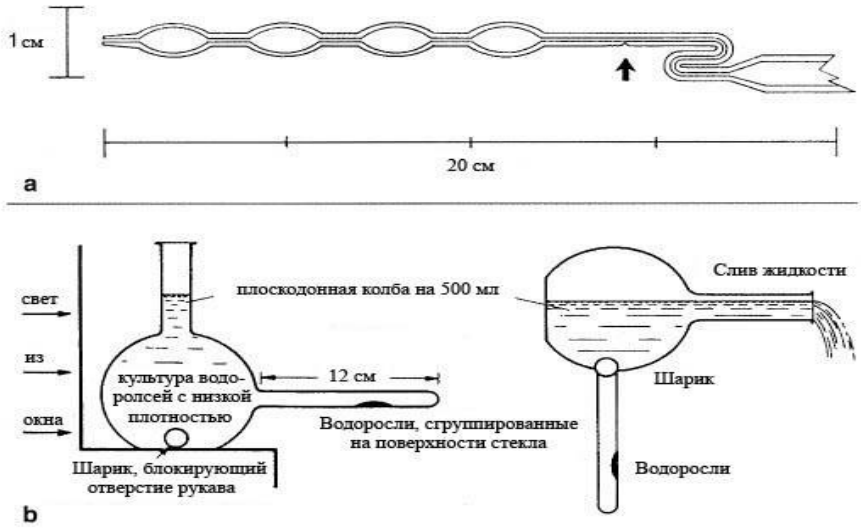


Рис. 18. Установка для выделения водорослей на основе фототаксиса (Andersen, Kawachi, 2005): а – флагелляты, обладающие способностью к фототаксису, засасываются через конец пипетки и затем перемещаются через отверстия в пипетке. Конец пипетки ломается в месте, указанном стрелкой и выбрасывается, а водоросли из пипетки переносят в стерильную пита-

тельную среду; b – флагелляты, не способные к фототаксису, концентрируются с помощью яркого света в узком рукаве колбы (слева) и остаются там после выливания в результате закрывания отверстия рукава стеклянным шариком

Образец и стерильные шарики помещаются в колбу, рядом с которой устанавливается источник света. После того, как подвижные клетки водорослей вследствие фототаксиса заплывают в рукав, колба наклоняется так, что шарики закрывают рукав, в то время как оставшаяся жидкость выливается.

Более сложный метод предполагает использование специально сконструированной микропипетки, отделяющей флагелляты от других организмов. Часть наконечника пипетки ломается и выбрасывается, а клетки, которые заплывают выше уровня пипетки, попадают затем в специальный сосуд. Некоторые неподвижные клетки водорослей (например, *Myxosarcina*) могут двигаться через агар к источнику света. После миграции отдельные клетки можно собрать и перенести в сосуд для дальнейшего культивирования (Andersen, Kawachi, 2005).

5.7. Специальные методы выделения водорослей

5.7.1. Выделение пикопланктона

Ультрапланктон (≤5мкм) и пикопланктон (≤2мкм) из-за своих мелких размеров представляют трудности при выделении. Самым простым методом изоляции мелких водорослей является выделение методов штриха на агаре. Крошечные пресноводные водоросли достаточно легко выделяются на агаре. Сложнее выделить океанские виды, однако для этих случаев имеются специальные модификации этого способа (Waterbury et al., 1986). Океанские виды можно также выделить методом разведения, однако таким образом не всегда удается выделить одиночные клетки.

Для изоляции пикопланктона можно использовать и традиционную методику выделения с помощью микропипетки. Для очищения клеток от разнообразных частиц необходимо иметь чистую каплю воды. Это особенно важно для морских водорослей, так как в морской воде содержится большое число различных примесей (Jones, 1967). Разбавленная почвенная вытяжка, рекомендованная Е.Прингшеймом (Pringsheim, 1950), подходит для выделения не только крупных пресноводных организмов, но и для изоляции пикопланктона, если из нее предварительно будут удалены все частицы. Частицы могут также образовываться на поверхности стекла при автоклавировании. Стеклянная посуда иногда создает некоторые проблемы при выделении пикопланктона. Для предотвращения образования частиц в жидкости (например, морской воде, почвенной вытяжке или питательной

среде) существует два простых метода. Одним из методов может быть фильтрация с помощью фильтра с отверстиями диаметром 0,2мкм. Другой метод заключается в том, что морской воде или питательной среде дают отстояться в течение 1-3 дней, после чего надосадочную жидкость аккуратно отбирают с помощью пластиковой пипетки.

При выделении пикопланктона следует соблюдать условия стерильности, и ни в коем случае не допускать попадания пыли в используемую посуду и материалы. Перед использованием посуды ее необходимо обработать кислотой, а затем несколько раз сполоснуть бидистиллированной или деионизированной водой. Посуду лучше стерилизовать в сухожаровом шкафу при температуре 250˚С в течение 3ч. При автоклавировании возможно образование микрочастиц на поверхности сосуда, которые затем переходят в раствор. Лучше всего использовать предварительно стерилизованную посуду, потому что ее поверхность не содержит частиц. Для этой цели очень хорошо подходят стерильные чашки Петри. Частицы могут образовываться также при стерилизации микропипетки в пламени. При выделении водорослей частицы копоти могут попасть в каплю с водорослями и затруднить их выделение. Таким образом, усилия исследователей должны быть направлены на предотвращение попадания любых микрочастиц в раствор с водорослями, потому что эти микрочастицы очень трудно отличить от пикопланктона.

При выделении пикопланктона освещение является критическим моментом. При работе с бинокулярной лупой освещение по методу темного поля предпочтительнее проходящего света. При темнопольной иллюминации крошечные клетки отражают свет таким образом, что их можно увидеть при увеличении ×2 (рекомендуется использовать большее увеличение). В жидкости клетки водоросли могут переворачиваться, и даже маленькая вспышка света, исходящая от хлоропласта при вращении клетки позволяет отличить клетку водорослей от бактерий или других клеток. С помощью микропипетки можно захватить клетки и поместить в стерильную каплю. Очень важным моментом является использование маленькой капли, так как очень маленькую клетку трудно найти в большой капле. Необходимо работать очень быстро, так как маленькая капля может быстро испариться. С помощью инвертированного микроскопа можно легче выделить клетку.

Крошечные клетки часто бывают более чувствительными к компонентам питательной среды, и после успешного выделения клетка водорослей может погибнуть в питательной среде. Для океанских видов их лучше всего поместить в каплю морской воды на несколько дней. После появления признаков нормального роста водоросли можно перенести в питательную среду (Andersen, Kawachi, 2005).

5.7.2. Выделение водорослей, прикрепленных к субстрату

Некоторые организмы сильно прикрепляются к поверхности, и во избежание повреждения клеток при их изоляции, необходимо работать очень осторожно. При выделении таких необычных водорослей следует использовать и неординарные методы изоляции. Например, обработка ультразвуком или более сильное перемешивание в данном случае не подходят, так как клетки могут затеряться, что сделает невозможным их дальнейшее выделение. Наиболее простым способом выделения таких водорослей является смыв струей воды из микропипетки. После смыва клетки следует быстро захватить, сполоснуть и поместить в среду для культивирования.

Некоторые прикрепленные водоросли (например, динофлагелляты) прикрепляются так сильно, что их невозможно отделить от субстрата с помощью струи воды. Существует другой метод выделения таких водорослей в культуру. Он основан на том, что некоторые водоросли, такие как *Amphidinium restudo* Herdman и *Spiniferodinium,* образуют подвижные клетки, но, к сожалению, период образования новых подвижных клеток сравнительно короток. При использовании данной методики обогащенные культуры изучаются несколько раз в течение одного дня, чтобы заметить начало образования новых, еще не прикрепившихся к субстрату клеток. Некоторые бентосные динофлагелляты образуют подвижные клетки через несколько часов после начала светлого периода суток. В этот период у исследователя появляется шанс для выделения таких клеток с помощью микропипетки.

Если перечисленные выше методы не дают нужного результата, могут быть предприняты более решительные попытки к их выделению. Рассмотрим пример отделения водорослей, прикрепленных к пластиковому субстрату (например, чашки Петри или пластиковые тарелки). В этом случае нежелательный материал может быть удален вокруг нужной клетки с помощью тонкой кисточки для рисования (для удаления более крупных частиц) или микропипетки (для удаления более мелких частиц). Далее, используя бритву или скальпель, осторожно вырезают часть сосуда вокруг клетки и переносят кусочек пластика вместе с содержащимися клетками в новый сосуд для культивирования (Andersen, Kawachi, 2005).

5.7.3. Выделение аэрофильных водорослей

Аэрофильные эпифитные водоросли растут на субстратах, находящихся в воздушной среде (например, коре деревьев, листьях, камнях и почве, зданиях и т.д.). Разнообразие водорослей, обитающих на этих субстратах, удивляет. Например, Дж.Фоерстер (Foerster, 1971) обнаружил 77 родов в лесах Пуэрто-Рико, другие альгологи (Schlichting, Milliger, 1969) выделили 91 вид микроорганизмов (в основном водорослей), обитающих

на гигантском водяном жуке *Lethocerus*. Наиболее изученной группой водорослей являются почвенные водоросли (Ettl, Gärtner, 1995), хотя водоросли, обитающие на других субстратах, тоже довольно хорошо исследованы (Brook, 1968; Schlichting, 1969, 1975). Образцы отбирают путем соскабливания, разделения на кусочки и т.д. Способы выделения таких водорослей также разнообразны, но чаще всего используется метод обогащенных культур и метод непосредственного выделения. Существует интересная методика выделения аэрофильных водорослей (Schlichting, Milliger, 1969), основанная на погружении водяного жука прямо в питательную среду. При непосредственном выделении клетки могут быть помещены на поверхность агара, а колонии, образовавшиеся позже из этих одиночных клеток, могут быть помещены в среду для культивирования.

Водоросли, обитающие на поверхности водоемов («seafoam»), занимают положение между субаэриальными и аэриальными водорослями. Их можно отбирать с помощью ножа или ложки, затем поместить в стерильный пластиковый пакет, а затем в лабораторных условиях культивировать с использованием классических методов. Такие накопительные культуры являются источником многочисленных водорослей, преимущественно пресноводных.

Аэриальные водоросли изучены меньше, чем субаэриальные (Schlichting, 1969; Smith, 1973). Так, например, П.Смит (Smith, 1973) выделил 44 вида водорослей в Ралегхе (Северная Каролина). Методы отбора образцов аэриальных водорослей без загрязнения подробно описаны в статье Х.Шлихтинга с соавторами (Schlichting et al., 1971).

5.7.4. Выделение эпифитов после обработки ультразвуком

Эпифитные водоросли, обитающие на более крупных водорослях или других организмах, достаточно трудно выделить с помощью микропипетки. Если попытаться соскоблить эпифиты, то можно повредить их клетки. В этом случае наиболее оптимальным вариантом является обработка ультразвуком. Этот способ позволяет нужным клеткам водорослей перейти в раствор, из которого их можно легко выделить (Brown, Bischoff, 1962; Hoshaw, Rosowski, 1973).

5.7.5. Выделение водорослей, живущих в песке

Песок является обычным субстратом для сообществ эпипелона (Round, 1981). В песке обитают два вида водорослей: флагелляты, которые свободно плавают среди песчинок и водоросли, которые растут, прикрепляясь к песчинкам. Первые намного легче выделить, чем последние, так как песчинки помимо водорослей могут содержать и другие прикрепленные организмы.

Рассмотрим метод выделения водорослей, свободно плавающих среди песчинок. Во время сбора образцов верхний слой песка собирается с помощью стеклянной пробирки, бутылки с широким горлышком или маленьким совком. Ф.Раунд (Round, 1981) предложил помещать песок и воду в чашки Петри, а затем собирать клетки водорослей, поднявшиеся наверх, с помощью микропипетки, или позволять им расти на плавающих покровных стеклах. Стекла потом извлекаются с помощью пинцета и потом исследуются с помощью микроскопа. В случае обогащенных культур покровные стекла помещаются в чашки Петри со стерильной средой, покрываются парафильмом и инкубируются.

Существует другой метод выделения. Небольшое количество песка помещают в прозрачную пластиковую чашку с крышкой, куда добавляют необходимое количество питательной среды. Потом чашку наклоняют таким образом, чтобы песчинки оказались на одной стороне. Когда песок осядет, чашку снова переворачивают в нормальное положение. На другой стороне чашки устанавливают преграду для песка (например, палочки для еды) таким образом, чтобы образовалась своеобразная камера для культивирования. Затем с помощью бинокулярной лупы изучают клетки и отделяют нужные для дальнейшего культивирования.

М.Хоппенрат (Hoppenrath, 2000) отделял прикрепленные к песку динофлагелляты, помещая замерзшую морскую воду на фильтр (с диаметром пор 0,45 мкм). По мере таяния жидкость проходит через песок и вымывает водоросли. Этот метод представляет собой модификацию, предложенную Г.Ухлингом (Uhling, 1964).

Выделение водорослей из грязи является более трудной задачей, потому что грязь не оседает на дно. Для выделения водорослей можно использовать метод прикрепления к покровным стеклам и метод разведения. Выделение с помощью микропипетки возможно только при сильном разбавлении грязи.

5.7.6. Выделение цист из осадков

Осадочные образцы содержат большое количество разрушенных органических остатков, что препятствует выделению водорослей. Для выделения флагеллят осадки могут обогащаться питательными веществами и инкубироваться на свету для прорастания цист. После прорастания цист водоросли могут быть выделены с помощью методов, описанных выше. В свою очередь цисты могут быть отделены от осадков с помощью нескольких методов (Wall et al., 1967; Matsyoka, Fukuyo, 2000). В этом случае концентрированные цисты могут быть собраны, промыты, а затем отдельные цисты могут быть помещены в контейнер для дальнейшей изоляции.

В некоторых случаях при прорастании цист происходит изменение плоидности (например, диплоидные цисты делятся митотически, произво-

дя гаплоидные клетки). Если важно выделить каждую гаплоидную клетку (например, при изучении полового размножения), применение в дальнейшем метода обогащенных культур невозможно. В этом случае необходимо изолировать каждую цисту путем пересадки в отдельный сосуд для культивирования (например, в пластиковую планшету) для того, чтобы можно было отслеживать процесс прорастания. Наблюдение ведут через каждые 1-2 часа. После прорастания цист четыре гаплоидные клетки должны быть выделены индивидуально и перенесены в культуру. Штамм водоросли, полученный из этих одноклеточных изолятов, должен содержать как женские, так и мужские клеточные линии (Andersen, Kawachi, 2005).

5.7.7. Выделение водорослей, обитающих в проточных водоемах

Некоторые виды, особенно растущие в проточной воде, для нормального роста требуют движения воды (то есть они погибают при выращивании в обычных сосудах). Для культивирования таких водорослей необходимо использовать специальные вращающиеся сосуды (например, производства Bellco., Inc.) в комплекте с необходимым оборудованием для создания движения. Таким же образом можно поместить сосуд для культивирования в специальное устройство для создания движения воды.

Таким образом, выделение водорослей представляет некоторые сложности для начинающих исследователей, однако при наличии достаточной практики можно быстро получить необходимые навыки. Во многих случаях изобретательность может облегчить этот процесс как в хорошо оборудованной лаборатории, так и полевых условиях. Наличие необходимого оборудование позволяет сделать процесс выделения водорослей более легким и успешным. При выделении таких водорослей оборудование может потребоваться в любой момент, поэтому все необходимые материалы нужно хранить в стерильном состоянии (Andersen, Kawachi, 2005).

5.7.8. Удаление диатомовых водорослей с помощью диоксида германия

Диатомовые водоросли могут создавать проблемы для ученых, пытающихся их выделить. Диатомеи растут очень быстро, и их бурный рост тормозит развитие других водорослей. В большинстве случаев добавление диоксида германия в образец, накопительную культуру или выделенную культуру, загрязненную диатомовыми водорослями, ведет к гибели большинства или всех диатомовых водорослей (Lewin, 1966). Германий замещает кремний в биохимических реакциях, что приводит к их гибели. Для большинства других водорослей (за исключением красных водорослей) высокие концентрации германия не являются токсичными (McLachlan et al., 1971). Эффект диоксида германия достигается при его концентрации от

1 до 10мг/л. Токсичность диоксида германия во многом определяется и временем внесения. При получении накопительных культур диоксид германия лучше всего добавить сразу же. Если добавить диоксид германия уже после развития диатомовых водорослей, для удаления диатомей понадобиться значительно больше времени.

5.7.9. Удаление синезеленых водорослей с помощью антибиотиков

Синезеленые водоросли могут также мешать развитию других групп водорослей. К счастью, синезеленые водоросли можно эффективно удалить с помощью антибиотиков, так как они являются прокариотами. Однако одни антибиотики более эффективны, другие менее. Но в большинстве случаев методом проб и ошибок можно найти нужную комбинацию антибиотиков, а также рассчитать необходимые концентрации.

Контрольные вопросы

1. Кто впервые описал методы выделения водорослей?
2. Какие факторы влияют на выделение водорослей?
3. Какова методика отбора образцов в природных условиях?
4. Перечислите материалы и оборудование, необходимые для выделения водорослей.
5. Какова методика получения накопительных культур?
6. Укажите основные способы выделения водорослей в культуру.
7. Опишите методику выделения водорослей с помощью микропипетки.
8. Перечислите специальные методы выделения водорослей, используемые в практике альгологических исследований.

ГЛАВА 6. МЕТОДИКА ПОЛУЧЕНИЯ АЛЬГОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ КУЛЬТУР МИКРОВОДОРОСЛЕЙ

Целью методов очистки является получение жизнеспособной культуры одного вида, свободной от других видов («загрязнителей» – эукариот, прокариот и вирусов). Идея чистых культур берет свое начало со времен Коха и Пастера относительно бактерий. Для водорослей термин «одновидовой» стал означать культуру водорослей одного вида, и если культура не имела загрязнителей, она стала называться «чистой» или «аксеничной». Термин «гнотобиотик» обычно используется для индивидуумов бóльших по размеру видов, свободных от микроорганизмов или паразитов. В связи с тем, что некоторые водоросли частично или полностью гетеротрофны, имеется необходимость поддерживать жизнеспособность живых или погибших культур бактерий, других водорослей, или протист. Такие культуры иногда называются *биксеничными.* Для других культур трудно дать однозначное определение (например, для культуры *Pinnularia* с эндосимбиотическими бактериями) (Guillard, 2005).

6.1. Основные условия очистки культур

Методы получения аксеничных культур включают все приемы получения чистых культур. В последнее время все шире используется новейшее оборудование, в связи с чем старые методы совершенствуются и сочетаются с новыми и эффективными способами очистки.

Общая схема методов изоляции и очистки представлены на рисунках 19 и 20. В методах очистки могут быть использованы все, некоторые, или только несколько операций. Однако обычно одновидовые культуры можно очистить, как это рекомендовал делать Е.Прингшейм (Pringsheim, 1946).

Некоторые способы могут использоваться в особых случаях очистки, которые не показаны на рисунке 19. Они включают использование детергентов для разделения клеток и частиц, обработку ультразвуком, перемешивание, фрагментацию нитей, колоний и талломов некоторых водорослей. Эти способы очистки показаны на рисунке 20.

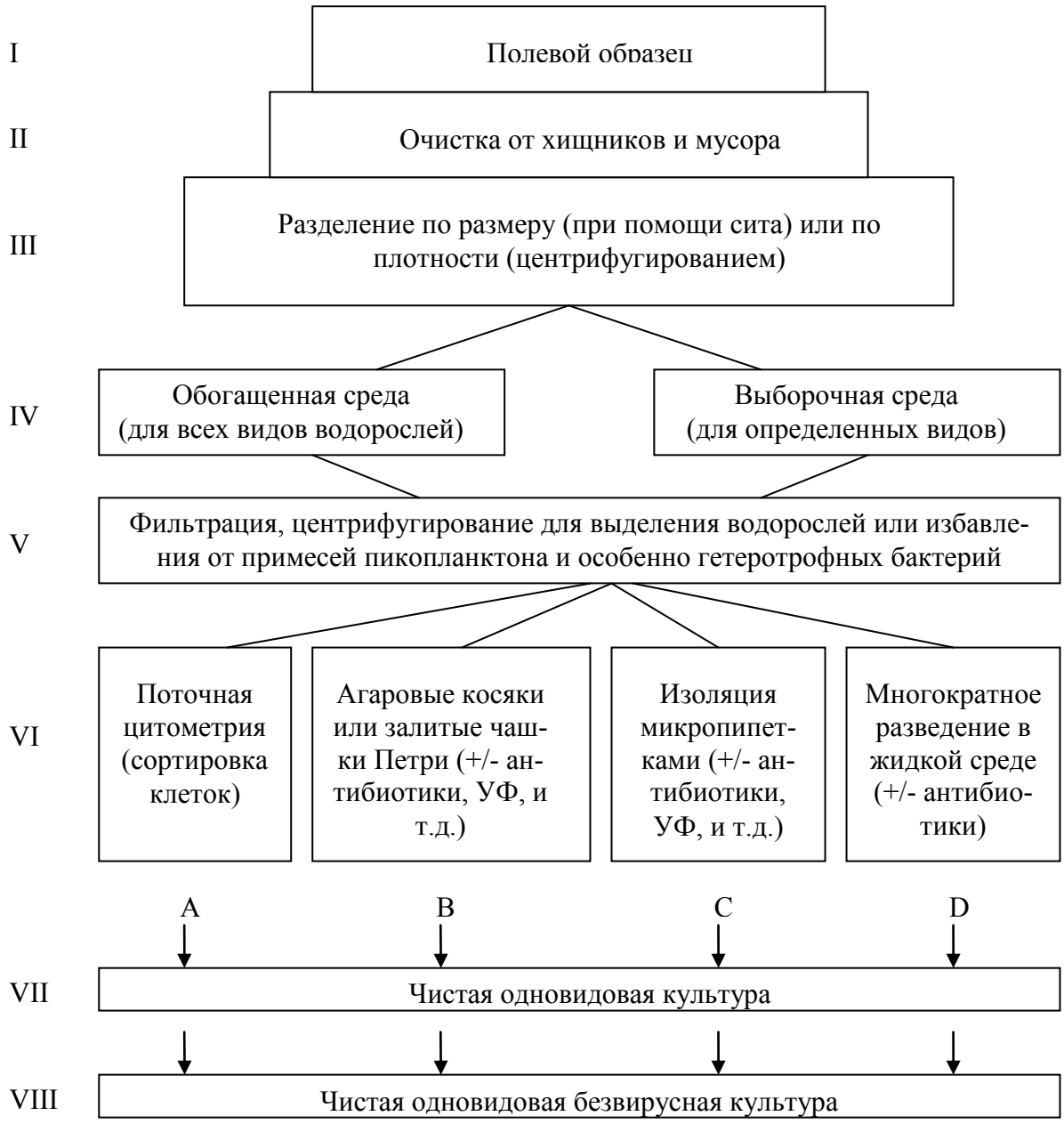


Рис. 19. Последовательность очистки и изоляции одноклеточных водорослей (Guillard, Morton, 2003)

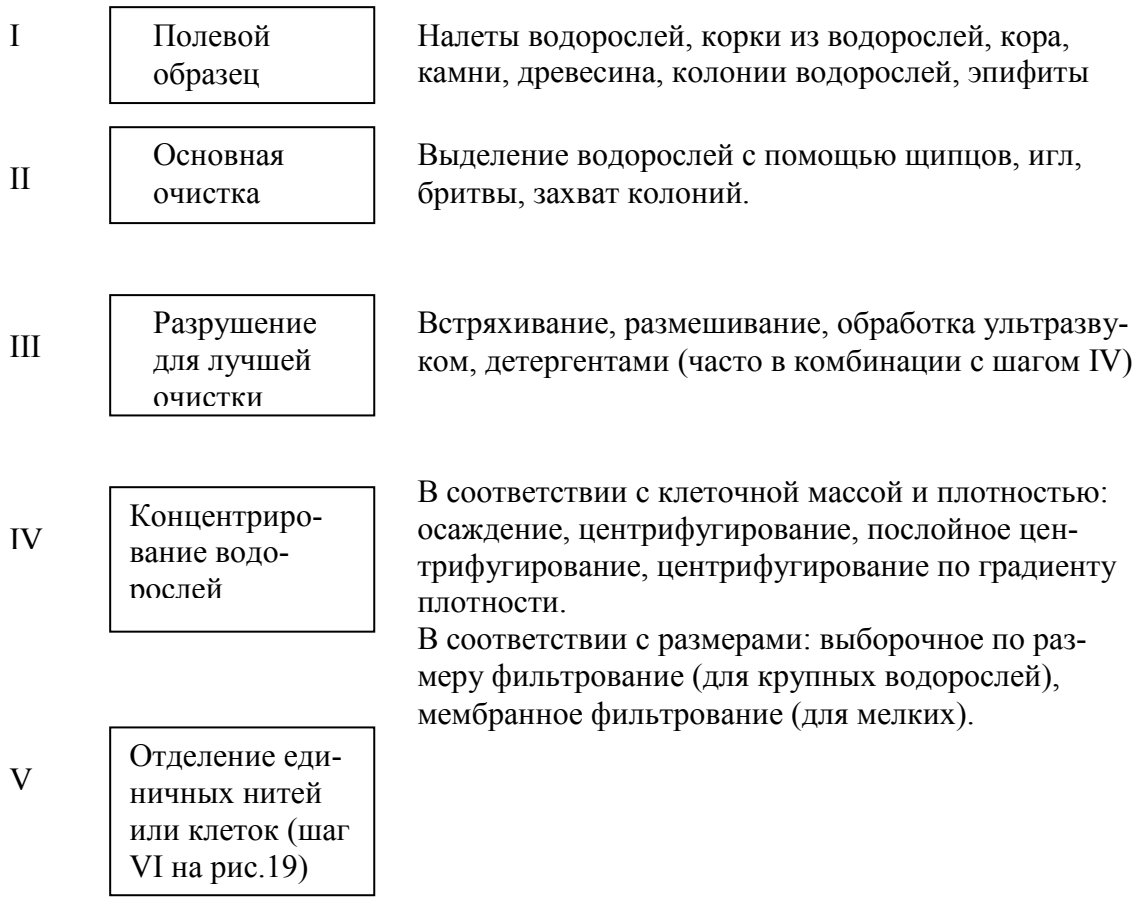


Рис.20. Последовательность очистки и изоляции колониальных водорослей (Guillard, Morton, 2003)

В практике методов получения альгологически чистых культур водорослей существует два противоположных способа очистки. Один способ (открытый способ) подразумевает физическое разделение нужных организмов от нежелательных загрязнителей в несколько этапов. Другой способ направлен на уничтожение контаминантов (закрытый способ). Если существует несколько загрязнителей, может понадобиться несколько этапов очистки с использованием различных методов для успешного уничтожения нежелательных объектов. Это также необходимо, если контаминант имеет несколько стадий жизненного цикла в культуре. Выделение организма в одновидовую или аксеничную культуру должно рассматриваться сугубо индивидуально применительно к данному моменту. Например, собираясь на охоту, рыбалку или пикник, надо выбирать подходящее данному случаю необходимое оборудование и снаряжение. Так и в эксперименте, не существует единой универсальной методики для всех ситуаций, поэтому в каждом случае нужно искать особые подходы к очистке.

6.2. Оборудование для культивирования и питательные среды

Главным необходимым требованием при культивировании является сохранение жизнеспособности нужного организма. Для клеток водорослей наиболее уязвимым моментом является влияние химического или физического окружения, когда они помещаются в пробирку или чашку Петри. В некоторых случаях это окружение бывает губительным. Чувствительность может быть обусловлена как следствием отсутствия защиты у клеток к химическим процессам, происходящим в среде (например, хелированием клеточных экссудатов), так и растворением в среде токсичных материалов. Эти эффекты обсуждаются во многих работах (Davies, 1983; Stokes, 1983; Price et al., 1988/89).

Чувствительность водорослей к среде обитания заслуживает внимания в связи с биологическими пробами на токсичность материалов, поэтому для изоляции и очистки и, следовательно, для поддержания жизнеспособности культуры необходима избыточно высокая концентрация веществ, в противном случае эта среда будет не пригодна для каждой отдельной клетки. В соответствии с рекомендациями Л.Брандта с коллегами (Brand et al., 1981), необходимы многочисленные опытные процедуры, направленные на устранение лаг-фазы при пересеве культуры, что необходимо для определения оценок акклимационного роста. Методы культивирования, сбора и хранения образцов морской воды усовершенствованы в соответствии с методикой очистки и экстраочистки, которая сейчас принята в качестве стандарта (Guillard, 2005). Исходя из этой методики, необходимо соблюдать осторожность при приготовлении питательных сред для выделения водорослей. Так как пресная вода содержит очень небольшое количество ионов, выщелачивание элементов и химическая трансформация не представляет особой проблемы, однако остается проблема загрязнения металлами во время автоклавирования (Guillard, 2005).

В то время как температура является фактором, легко контролируемым во время манипуляций по очистке, свет не относится к числу таких регулируемых факторов. Этот вопрос рассматривался Л.Брандом для морских фитопланктонных видов, однако эти положения можно отнести и к пресноводным видам. Существуют обзоры об эффекте качества и количества света на культуры динофлагеллят (Guillard, 2005).

6.3. Методы и техники очистки

6.3.1. Очистка с использованием разницы в размере и фильтрация

Эти методы могут использоваться для очистки на нескольких уровнях, но наиболее часто они применяются для очистки одновидовых культур от нежелательных прокариот и дрожжей. Многократная очистка с использованием мембранных фильтров является одним из наиболее эффективных методов в ходе очистки, так как большинство водорослей значительно крупнее гетеротрофных бактерий. Когда нужный вид крупнее пор фильтра, на нем концентрируются клетки водоросли. После процедуры фильтрации фильтр необходимо промыть стерильной водой или средой. Для некоторых процессов необходимо только несколько клеток. Если требуется большее количество клеток водоросли, можно использовать фильтр с более крупными отверстиями или повторить процедуру фильтрации несколько раз.

Водоросли мелких или средних размеров могут быть очищены от дрожжей или других грибов путем многократной фильтрации. Гифы грибов могут быть отфильтрованы, однако их споры могут пройти через отверстия фильтра вместе с водорослями. В этом случае можно добавить в фильтрат небольшое количество экстракта мальтозы или другой органической субстанции, к которой водоросли толерантны. Споры водорослей прорастают в течение 1 или 2 дней и образуют нити, которые могут быть удалены до образования новых спор. Для предотвращения прорастания преждевременно созревших спор процедуру необходимо повторить. Многоступенчатая фильтрация может также использоваться для наименьших по размерам фотосинтезирующих видов. Так, например, Дж.Ватербери с коллегами (Waterbury et al., 1986) смогли получить штамм *Synechococcus*, свободный от других видов и гетеротрофных бактерий с использованием фильтра с порами размером 1 и 10μм и произвести окончательную очистку путем фильтрации.

Не доказано, что существует какое-либо простое определение взаимосвязи между номинальным размером пор фильтра и размером организмов при разделении. Этот вопрос исследовали в связи с оценкой продуктивности пикопланктона с использованием фильтрации пресноводных и морских популяций. Образцы фильтровались последовательно через поры фильтра «Nucleopore» размером 3,0; 2,0; 1,0 и 0,2μм в диаметре. Эукариотические и прокаритотические пикопланктонные популяции были исследованы с использованием флуоресцентной микроскопии на фильтрах (гетеротрофные бактерии не исследовались). Основным выводом из этих ис-

следований было то, что фильтр с порами 1,0μм не был универсальным для очистки (Guillard, 2005).

Хотя эти эксперименты не дали положительного результата для оценки продуктивности, они были очень полезны для выделения и очистки водорослей.

6.3.2. Дифференциальное центрифугирование

При очистке свободно живущих планктонных эукариот центрифугирование играет такую же роль, как и дифференциальная фильтрация. Центрифугирование продолжают до тех пор, пока более тяжелый организм не осядет на дно пробирки. После этого надосадочную жидкость удаляют. Эту процедуру можно повторять до тех пор, пока не получится нужный результат. В градиенте центрифугирования по плотности различные клетки уравновешиваются в градиенте в соответствии с их плотностью. Т.Зитц и Р.Шмидт (Sitz, Schmidt, 1973) отделили *Synechococcus lividus* Copeland от гетеротрофной бактерии в градиенте Фиколи, затем продолжили очистку на агаре. Центрифугирование особенно эффективно при сочетании ультразвука с другими методами очистки клеток или колоний водорослей друг от друга, бактерий или детрита.

6.3.3. Использование ультразвука и перемешивание

Образцы из больших компактных колоний, водорослевых корок, влажных почв или грязи должны быть разделены вручную с помощью ножниц или пинцета. Следующие процедуры могут включать в себя измельчение водорослей между стерильными стеклами, очистки с помощью шприца или использование гомогенизирования (Rippka et al., 1981). Целью этих процедур является получение мелких и пригодных для манипуляций частиц. Эти же процедуры могут применяться к водорослям, соскобленным с деревьев или других мягких субстратов, включая макрофиты. Однако образцы со скал, раковин, кораллов или других пористых материалов требуют использования механической гомогенизации после просеивания или механического разделения. Иногда необходимо приготовить обогащенные жидкие или агаровые культуры для получения разделяемых частиц водорослей.

Два вида аэрофильной водоросли *Trentopohlia* были очищены до аксеничной культуры путем перемещения коротких нитей через агар при помощи микроманипулятора Шермана (Lim et al., 1992). Водоросли соскабливали с поверхности скал (*T.aurea* (L.) Martius) и деревянных стен

(*T.odorata* (Wiggers) Wittrock), встряхивали в дистиллированной воде для разделения нитей на короткие фрагменты, которые помещали на поверхность агара в чашках Петри. Отдельные нити по 3-5 клеток поднимали специальным крючком и протаскивали через агар для удаления загрязнителей. В случае с *T.aurea*, которая имела более длинные клетки и более жесткие нити, не все загрязнители были удалены при протаскивании через агар. Для дальнейшей очистки применяли промывание 5% молочной кислотой в течение 30 минут и дальнейшее ополаскивание. Примерно половина нитей выжила, из некоторых были получены аксеничные культуры. Микроманипулятор, описанный Д. Трондсеном (Throndsen, 1973), использовался в качестве микропипетки, микрокрючок – для захватывания отдельных водорослевых частиц. Эти приспособления позволили изолировать культуру из отдельной капли.

Для материала с разделяемыми частицами водорослей лучшим способом очистки является обработка ультразвуком с последующим центрифугированием. Эта методика использовалась для очистки бактерий (Solp, Starr, 1981), микроводорослей, цианобактерий, включая *Microsystis* (Watanable et al, 1985). М.Ватанабе с коллегами (Watanable et al, 1985) разделяли загрязненную культуру *Microsystis* в течении 30с при частоте 20кГц, в результате чего большинство колоний разделялось на отдельные клетки. Культуральный материал центрифугировали и растворяли в дистиллированной воде 4 раза, после чего отдельные клетки изолировали с помощью микропипеток. М.Ширай с соавторами (Shirai, 1989) помещали материал на агаризованную среду с использованием таких же методов разделения и центрифугирования. Для очистки эукариотических водорослей также использовали ультразвук более низкой частоты (90кГц) в течение 5-20мин после повторного центрифугирования (Brown, Bischoff, 1962).

Ультразвук использовался для получения чистых культур миксобактерий (Sutherland,1976). Для этого вегетативные клетки миксобактерий и других загрязнителей уничтожали соответствующей обработкой ультразвуком. Микроцисты миксобактерий были более устойчивы к ультразвуку и давали впоследствии чистые культуры. Эта методика может применяться для эукариотических водорослей и цианобактерий, которые имеют споры или другие устойчивые стадии развития. Данные об эффекте времени обработки ультразвуком представляют особый интерес.

Как ультразвук, так и центрифугирование уменьшает активную защиту поверхности клеток, что способствует росту прикрепляющихся к клетке организмов. При использовании ультразвука может происходить разрушение клеточных структур, центрифугирование также может вызывать разрушение клеток (Nelson, Brand, 1979).

6.3.4. Очистка путем разведения

Очистка путем многократного разведения культуры – один из наименее трудоемких методов очистки. Он наиболее эффективен, когда сочетается с повторной асептической фильтрацией или центрифугированием. Перед серией разведений в культуру необходимо добавить антибиотики или другие химикаты. По нашим сведениям, никому не удавалось получить чистую культуру путем последовательного разведения культуры после использования антибиотиков. В результате этой процедуры были бы удалены фотосинтезирующие прокариоты, так как они рассматривались бы как загрязнители.

В природных образцах нефотосинтезирующие бактерии по численности превосходят все другие организмы. Таким образом, многократное разведение не пригодно для очистки полевых образцов. Однако некоторые исследователи (Waterbury et al., 1986) добились успеха в очистке культуры *Synechococcus* из образца морской воды (с концентрацией клеток 10^5/мл). Они концентрировали раствор и очищали его от гетеротрофов путем дифференциальной фильтрации (фильтры 1 и 10μм «Nucleopore»). Во всех пробирках с разведением 1:10^4 водорослей наблюдался их рост (в некоторых пробирках - вместе с другими водорослями). В большинстве пробирок с разведением 10^5 была культура *Synechococcus* (Waterbury et al., 1986). Для значительного разведения иногда требуется до 120 пробирок. Таким образом, непосредственная очистка без обогащенных культур возможна, если концентрация загрязнителей уменьшается в том же порядке, что и значение концентрации культуры, и используется большое количество разведений (Guillard, 2005).

6.3.5. Агаровые чашки

Очистка с помощью чашек с агаром – один из первых и часто используемых методов, однако он эффективен только для водорослей, которые могут расти как на поверхности агара, так и внутри. Для таких водорослей это еще и метод выбора для изоляции одновидовых культур. Наиболее подробно метод агаровых пластинок рассмотрен в справочнике «Водоросли» (1989). В агар часто добавляют антибиотики или другие селективные агенты. Некоторые нитчатые водоросли могут расти или скользить далеко от загрязнителей по поверхности агара, как это могут делать некоторые диатомовые или споры цианобактерий. Некоторые виды обладают фототактическим движением, которое можно обнаружить при помещении чашки с культурой непосредственно под источник света.

Приготовление питательных сред иногда является критическим моментом. Со времен Е.Прингшейма известно, что лучше всего автоклавировать агар отдельно, однако эта процедура легче выполнима для пресноводных видов (Allen, 1973). Низкотемпературная и ультранизкотемпературная агароза (застывающая при t=17˚C) может использоваться для чувствительных к температуре видов и предотвращения снижения активности антибиотиков, которые не переносят высокотемпературного шока. Агароза, застывающая при низкой температуре, важна для очистки пресноводной цианобактерии Microcystis. Этот процесс может сочетаться с воздействием ультразвука и центрифугированием (Watanable et al., 1985). Данный способ также важен для очистки пресноводной водоросли Synechococcus с использованием техники «бедной» культуры (Watanable et al., 1998).

Агароза также используется для более высокой степени чистоты культуры по сравнению с агаром, который загрязнен многими контаминантами (Guillard, 2005).

6.3.6. Очистка с помощью микропипеток

Этот способ в основном схож с теми процедурами, которые используются для получения одновидовых культур с более высокими требованиями к стерильности. Организмы должны изолироваться непосредственно в чистую культуру с помощью микропипетки. Однако более распространенным способом является получение чистой культуры из обогащенной, одновидовой или аксеничной, а не очистка загрязненной культуры. Техники и оборудование, применяемые для этого процесса, были детально описаны для каждого исследуемого объекта (Водоросли, 1989; Guillard, Morton, 2003). М. Друп (Droop,1969) отмечал, что манипуляции по очистке требуют терпения и навыка, но, как и езда на велосипеде, после приобретения опыта не представляют особой трудности, так и этот способ можно легко освоить.

Процедура использования микропипетки заключается в следующем. Если жизнеспособная культура растет быстро, то плотность этой культуры может быть уменьшена наполовину (она сможет хорошо расти после пересева). В связи с этим, обогащенные культуры должны сортироваться по размерам с использованием фильтра «Nucleopore» и других фильтров для достижения высокой концентрации. Потом очищенную культуру необходимо промыть над фильтром стерильной средой (не содержащей загрязнителей размером с бактерии). На фильтре должны задерживаться клетки водорослей, но бактерии должны проходить через отверстия фильтра. Клетки водорослей не должны высыхать на поверхности фильтра. Необходимо дважды промыть клетки водорослей, переместив их с помощью пипетки на поверхность нового сте-

рильного фильтра. После окончания промывки следует перенести клетки водорослей в стерильную пробирку или колбу. Эти процессы не займут много времени, если все оборудование подготовлено заранее. Для многих видов водорослей, особенно флагеллят, рекомендуется поместить промытую культуру обратно в привычные условия культивирования на короткое время – примерно на 1 час. Если необходимо использовать антибиотики, то в колбу с антибиотиком или другим химикатом вносят промытую культуру в качестве инокулята. В тех случаях, когда антибиотик не используется, изоляция с помощью микропипетки может начинаться немедленно. Выбранная клетка обычно помещается в ванночку для промывания, по крайней мере, один раз перед помещением ее в пробирку для культивирования (даже если она была взята из раствора с антибиотиком). При каждом промывании во время пересева необходимо использовать новую пробирку, чтобы бактерии не попали вместе с клетками водорослей. Лучше поместить клетки водорослей в среду (воду) стерильной микропипеткой. Рекомендуется использовать бинокулярный микроскоп, так как размеры капли намного больше клеток водорослей. В случае очень мелких клеток нужно работать при большем увеличении микроскопа (Guillard, 2005).

6.3.7. Использование антибиотиков

Хотя с помощью антибиотиков теоретически можно уничтожить все бактерии в смешанных культурах с сохранением водорослей, на практике это практически невозможно. Эти методики уменьшают количество бактерий до ничтожно малых количеств. Однако даже при пересеве одной клетки водорослей бактерии могут попасть в свежую среду. В основном выбор антибиотика определяется видом антибиотика, его концентрацией и временем использования. Если при использовании одного антибиотика не удалось уничтожить все бактерии, то желаемого результата можно достичь при использовании другого антибиотика.

Не существует однозначных рекомендаций по использованию антибиотиков, однако можно выделит несколько важных моментов:

- при применении антибиотиков, замедляющих синтез клеточных стенок, для стимуляции деления клеток необходимо добавлять некоторое количество органических веществ, так как эти антибиотики убивают бактерии только во время активного роста клеток;

- не рекомендуется одновременное использование ингибиторов деления клеточной стенки (например, пенициллина) и ингибиторов клеточного роста (Guillard, 2005).

6.3.8. Очистка с помощью ультрафиолетового облучения

Успешность использования этой процедуры определяется различиями между водорослями, гетеротрофными бактериями и вирусами в реакции на ультрафиолетовое облучение (УФО) и фотосинтетическую солнечную радиацию (ФСР). Восприимчивость к УФО является основным различием между этими организмами, хотя некоторые бактерии чрезвычайно устойчивы к облучению.

В основном действие УФО является результатом непосредственной абсорбции отдельных протонов специфическими молекулами. В случае повреждения или гибели происходит разрушение нуклеотидных последовательностей или нуклеиновых кислот.

Воздействие УФО может применяться в случаях, когда бактерии прикрепляются к более крупным клетками водорослей. Нуклеиновые кислоты вирусов и бактерий менее защищены, поэтому они легче повреждаются и вызывают гибель этих организмов (Guillard, 2005).

6.3.9. Проверка загрязненности

Эти методики включают микроскопические исследования с использованием многочисленных приемов: светлого и темного поля, фазового контраста, эпиилюминантной флуоресценции. При соблюдении стерильности во время манипуляций, с помощью электронной микроскопии можно также обнаружить внутри- и внеклеточное загрязнение. «Плавающая» цитометрия является обычной процедурой для определения бактерий (Guillard, 2005).

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятия «аксеничная культура».
2. Перечислите основные методы очистки водорослей.
3. Опишите последовательность очистки и изоляции одноклеточных водорослей.
4. В чем заключается особенность дифференциального центрифугирования как способа очистки водорослей?
5. Приведите примеры, когда исследователи смогли получить чистые культуры водорослей при помощи того или иного метода.
6. Опишите метод очистки водорослей путем многократного разведения.
7. Какие проблемы связаны с использованием антибиотиков для очистки культур водорослей?
8. Укажите границы применения ультафиолетового облучения при культивировании водорослей.

ГЛАВА 7. ОРГАНИЗАЦИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ КОЛЛЕКЦИИ КУЛЬТУР ВОДОРОСЛЕЙ

7.1. Значение коллекций культур водорослей

Коллекции водорослей имеют огромное научное и прикладное значение. Ведущие мировые коллекции водорослей являются не только своеобразными «банками» для хранения генофонда водорослей, но и ведущими научно-исследовательскими центрами. Эти коллекции имеют самое современное оборудование для изучения водорослей и обеспечены высококвалифицированными кадрами. Информацию о важнейших отечественных и зарубежных коллекциях культур водорослей можно найти в справочнике «Водоросли» (1989).

Для организации и функционирования коллекций микроводорослей необходимо соблюдать условия, описанные ниже.

Для сохранения культур водорослей обычным способом является постоянное поддерживание в контролируемых условиях, наиболее приближенных к природным. Обычные постоянные пересевы сочетаются с использованием асептических микробиологических методик и включают в себя перемещение водорослей, находящихся в стационарной фазе роста, на свежую стерилизованную среду. Это позволяет получить метаболически активную культуру в короткие сроки. Целью этой процедуры является сохранение жизнеспособной, физиологически, морфологически и генетически репрезентативной популяции. Ключевым фактором, который должен приниматься во внимание, является то, что разный возраст субкультуры может обеспечивать различные стадии жизненного цикла.

Основным ограничением для постоянного пересева является искусственность питательной среды и режима инкубации по сравнению с естественными экологическими условиями. В некоторых случаях лабораторные условия культивирования приводят к изменению морфологического статуса и физиологических черт. В качестве примеров в этой связи можно привести уменьшение размера диатомовых водорослей (Jaworski et al., 1988). Другим лимитирующим фактором является возможность загрязнения аксеничных культур, неправильного этикетирования и других ошибок при культивировании. Для поддерживания жизнеспособности многих штаммов необходимы постоянные пересевы, требующие больших затрат времени и расходных материалов. Средством, позволяющим преодолеть недостатки обычного культивирования, является развитие методов сохранения водорослей и цианобактерий, особенно методика криопрезервации.

Ниже мы рассмотрим основные моменты, необходимые для успешного долговременного культивирования, включая методики пересева, условия культивирования, контроля качества культур. Основы

культивирования водорослей остаются неизменными в последние десятилетия (Pringsheim, 1946; Day, 1999; Richmond, 2004). В последнее время появилось новое оборудование, однако все эти процедуры до последнего времени успешно выполнялись вручную.

Многочисленные учреждения и институты занимаются культивирование водорослей. Эти организации можно подразделить на следующие категории:

- коллекции для образования и исследований;
- коллекции с хорошо идентифицированными видами и штаммами для исследований или практических целей;
- коллекции с генетически идентифицированными и постоянными штаммами для молекулярных исследований, биотехнологии и т.д.

Кроме того, многие исследователи имеют свои собственные коллекции из водорослей, полученных из других коллекций или выделенные из природы (Lorenz et al., 2005).

7.2. Организация функционирования коллекций культур

7.2.1. Методики пересева

Перед началом пересева необходимо тщательно проверить этикетки во избежание ошибок. Лучше всего снабдить этикетками посуду и стерильные среды перед пересевом. После этикетирования пробирки с пересеянными культурами должны быть организованы в том же порядке, что и культуры перед пересевом.

Во время пересева необходимо соблюдать условия стерильности. Пересев необходимо проводить в стерильном боксе или специальной комнате для пересева, если это возможно. Все оборудование должно быть предварительно стерилизовано. Контейнеры должны легко открываться для уменьшения риска загрязнения. Оборудование для пересева должно иметь горелку, микробиологическую петлю, специальный крючок или пинцет для пересева нитчатых водорослей, а также одноразовые петли и пипетки. Пересев жидкой культуры может проводиться путем разливания среды или с использованием пипеток. Пипетки должны иметь ватную пробку на конце и быть стерильными. Не рекомендуется использовать резиновые наконечники для пипеток, так как они могут быть загрязненными. Ватная пробка препятствует попаданию загрязнителей в культуру (Lorenz et al., 2005).

7.2.2. Пересев агаризованной среды

При пересеве колоний водорослей на агар микробиологическую петлю стерилизуют в пламени горелки до накаливания, затем, остудив, перемещают колонии водорослей. При посеве на чашки Петри крышку чашки только слегка приподнимают для предотвращения загрязнения. При посеве в пробирки или колбы посуду открывают вблизи пламени горелки. Если происходит пересев в несколько пробирок, крышки пробирок нужно слегка ослабить перед пересевом. Концентрация водорослей во вновь пересеянной культуре обычно составляет 1-10% в объемном отношении. При пересеве на косяки с агаром посевной материал нужно перемещать от основания косяка к вершине. Это важно для того, чтобы вновь посеянные клетки хорошо освещались. Необходимо помнить, что при многократном использовании микробиологическая петля должна стерилизоваться перед каждым применением. На агаровых чашках большинство водорослей могут жить на поверхности или внутри агара (некоторые цианобактерии). Эти водоросли не могут пересеиваться без частичек агара. Для очистки водорослей от старого агара может использоваться маленький скальпель. Можно также поместить кусочек водорослей вместе с твердой средой в жидкую на несколько часов, затем промыть водоросли и пересадить на новую среду с помощью пипетки.

При пересеве с агара на жидкую среду лучше всего отрезать маленький кусочек агара вместе с водорослями и поместить в жидкую среду. При пересеве с жидкой среды на твердую 2-3 капли среды вместе с водорослями помещаются на поверхность агара и распределяются стеклянной палочкой (Lorenz et al., 2005).

7.2.3. Пересев жидкой культуры

Осторожно поместить несколько капель или миллилитров среды в новую посуду, содержащую свежую среду. Горлышки колб и пробирок необходимо держать над пламенем. Необходимо иметь запас стерильной посуды на случай, если пробирка или колба разобьется. Для многих водорослей (зеленых коккоидных форм, цианобактерий), культуру необходимо перемешать, а затем пересадить. Однако энергичное перемешивание может разрушить некоторые водоросли (Lorenz et al., 2005).

7.2.4. Пересев нитчатых водорослей

Некоторые нитчатые водоросли могут быть пересажены с помощью пипетки или разливанием на агаре, в то время как другие требуют применения специальных методов. Иногда необходимо налить небольшое количество культуры в чашку с агаром, отрезать кусочек нити скальпелем и

только после этого поместить материал в жидкую среду (Lorenz et al., 2005).

7.2.5. Условия культивирования

Поддержание метаболически активных культур водорослей основано на решении трех основных задач: сохранении запасных культур, достижении специального морфологического и физиологического статуса и массовое культивирование (> 200мл жидкости). Достижение указанных целей возможно при создании необходимых условий для оптимального роста, которые различаются в зависимости от вида. Однако для хранения культур необходимы субоптимальные температура и интенсивность света, эти факторы сходны для разных водорослей. В этом случае основной целью является сокращение числа пересевов путем удлинения интервалов между ними. Достижению этой цели способствует также применение специальных сред, способствующих удлинению интервала между пересевами. Вновь пересеянная культура часто инкубируется в оптимальных условиях в течение короткого времени до достижения необходимой биомассы и восстановления штамма, после чего она помещается в субоптимальные условия (Lorenz et al., 2005).

7.2.6. Выбор среды культивирования

Некоторые водоросли плохо адаптируются к специфическим питательным средам в условиях стресса и в конечном итоге могут изменить свою морфологию. В качестве примеров можно привести потерю колониального статуса вольвоксовых водорослей и водорослей рода *Pediastrum*, потерю жгутиков хламидомонадами, а также утрату специфических черт оболочки некоторыми цианобактериями. В течение долговременного культивирования, в условиях, очень резко отличающихся от естественных, может происходить отбор генетических форм, приспособленных к искусственным условиям. Например, при культивировании в среде с высоким содержанием азота у цианобактерий может уменьшиться количество или даже наблюдается отсутствие гетероцист.

Культуры водорослей могут очень сильно измениться со временем даже при сохранении условий культивирования и достатке всех необходимых элементов. Например, pH культуры очень часто изменяется без необходимого буфера, и некоторые микроэлементы окисляются или изменяются, особенно при искусственном освещении.

При использовании различных агаризованных сред, качество и чистота компонентов для среды играет важную роль для роста водорослей. В

случае применения некачественных компонентов для среды жизнеспособная культура может внезапно погибнуть.

Одним из важных моментов при культивировании водорослей является следующий: какая среда (жидкая или агаризованная) лучше подходит для долгосрочного культивирования водорослей? Выбор среды определяется многими факторами. Твердая среда предпочтительнее, так как она легче в обращении и менее подвержена загрязнению. Однако многие флагелляты и другие планктонные организмы плохо растут на агаре, в то время как многие почвенные и бентосные водоросли хуже культивируются на жидкой среде. Эти факты демонстрируют важность понимания специфики естественных условий обитания для организмов.

Другим важным моментом, на который необходимо обратить внимание, является выбор: какая среда (минеральная или с добавлением органических веществ) лучше подходит для долговременного культивирования? Неаксеничные фотоавтотрофы желательно культивировать на минеральной среде для предотвращения загрязнения гетеротрофными контаминантами. С другой стороны, штаммы, которые должны культивироваться строго аксенично, иногда лучше выращивать в присутствии органических добавок для того, чтобы нефотосинтезирующие контаминанты могли быть выявлены сразу после загрязнения культуры. Добавление органических веществ или витаминов (B_1 – тиамина или B_{12} – цианокобаламина) часто помогает вернуть жизнеспособность культуре. Хорошему росту в течение длительного времени также способствует двухфазная среда, содержащая воду и почву (особенно для нитчатых зеленых и Euglenophyta). Добавление почвенного экстракта также помогает вернуть измененный морфологический статус.

Крупные коллекции водорослей имеют многочисленные культуры водорослей, поэтому необходимо использовать разнообразные питательные среды. Для облегчения работы, при длительном культивировании зачастую используются стандартные среды (Lorenz et al., 2005).

Разнообразные прописи питательных сред, рекомендуемых для тех или иных групп водорослей, можно встретить в многочисленных статьях и обзорах (Почвенные водоросли, 1969; Масюк, 1973; Сиренко и др., 1975; Культивирование…, 1983; и др.). Прописи сред, наиболее широко используемых в практике культивирования водорослей, указаны в Приложении 1 данного пособия.

7.2.7. Свет и температура

Установлено, что стандартная интенсивность света 10-30 μмоль фотонов$\times м^{-2}\times s^{-1}$ в комбинации с соответствующей температурой подходят для большинства таксонов водорослей. Использование избыточного освещения является наиболее распространенной ошибкой при

долговременном культивировании. Другой проблемой может быть чрезмерно высокая температура. Чередование света и темноты необходимо для поддержания многих культур. Многие водоросли могут погибнуть в условиях постоянного освещения. В большинстве коллекций чередование света и темноты осуществляется в режиме 12:12ч или 16:8ч. Неподходящие режимы чередования света и темноты могут привести к нежелательным фотопериодическим эффектам (например, формированию цист).

Водоросли с фикобилисомами предпочитают низкий уровень освещенности (меньше 10 μмоль фотонов×м$^{-2}$×s^{-1}). Другие водоросли (например, большинство динофлагеллят) нуждаются в свете более высокой интенсивности (более 60-10 μмоль фотонов×м$^{-2}$×s^{-1}). Бесцветные водоросли (*Astasia, Polytomella, Prototheca*) лучше хранить в закрытой посуде.

Температура является очень важным фактором и должна строго контролироваться. Условия культивирования могут различаться в пределах одного департамента или лаборатории, но они должны периодически проверяться. В основном, температура должна поддерживаться на уровне ±2˚C. Пресноводные водоросли более толерантны к изменению температуры, чем морские виды. Многие пресноводные виды могут успешно культивироваться при t=15-20˚C. Однако некоторые крупные коллекции культур (например, Culture Collection of Algae at the University of Texas – UTEX) культивирует все штаммы при t=20˚C. Инкубирование при температуре свыше 20˚C должно сопровождаться увеличением интенсивности света для предотвращения фотоингибирования и повреждения. Поэтому температура выше 20˚C не подходит для культивирования большинства водорослей. Кроме того, при повышении температуры увеличивается и интенсивность испарения (Lorenz et al., 2005).

7.2.8. Частота пересевов

При постоянном культивировании основной целью является сохранение организма в конце экспоненциальной фазы роста. В большинстве крупных коллекций культур наименее коротким интервалом между пересевами является интервал в 1-2 недели, и этот режим пересевов поддерживается для очень незначительного числа чувствительных штаммов. Некоторые штаммы зеленых водорослей и цианобактерий, культивируемые на косяках при низкой освещенности и при t=10˚C, пересаживаются один раз в 6 месяцев. Оптимальным интервалом для пересаживания является одна четверть времени, в течение которого водоросль может жить на среде без пересаживания (Lorenz et al., 2005).

7.2.9. Определение оптимальных условий культивирования для новых изолятов

Вновь изолированные штаммы вызывают определенные сложности при культивировании, так как неизвестны оптимальные условия для их поддержания. Для определения оптимальных условий культивирования необходимо провести тест, выращивая культуру при различной освещенности и температуре (начиная с самых низких уровней). Необходимо постоянно записывать данные об условиях выращивания, это важно для дальнейшего культивирования. Иногда случается, что культура хорошо растет при разных условиях, а затем внезапно погибает. Это зачастую происходит тогда, когда водоросль растет на искусственной среде или при недостатке некоторых факторов роста (микроэлементы, витамины). Поэтому можно рекомендовать выращивать новую культуру на различных средах: если водоросль погибнет в одной среде, она может выжить на других (Lorenz et al., 2005).

7.2.10. Установки для культивирования

Культуры водорослей должны равномерно освещаться. Водоросли лучше растут в колбах, однако они занимают больше места. Пробирки для культивирования должны быть достаточно широкими, что более удобно при пересеве культуры. Многоразовые крышки более удобны, но их нужно стерилизовать перед применением. Некоторые представители Conjugatophyceae и большинство планктонных пресноводных диатомей лучше культивируются в колбах Эрленмейера, некоторые динофлагелляты лучше растут в пластиковых колбах.

Крышки должны плотно закрываться для предотвращения загрязнения. Могут использоваться стеклянные, металлические, пластиковые крышки или ватные пробки. Ватные пробки нужно заворачивать в металлическую фольгу или водонепроницаемую бумагу для предотвращения испарения. При использовании парафильма может наблюдаться развитие грибов. Лучше всего использовать силиконовые крышки, так как они очень плотно закрываются и предотвращают испарение без затруднения газообмена (Lorenz et al., 2005).

7.2.11. Оборудование и условия, необходимые для постоянного культивирования

Специальное оборудование для культивирования варьирует от простых полок для северного окна и освещенных инкубаторов, до специальных комнат для культивирования (рис. 21,22). Обычно комната с регули-

руемыми условиями хорошо подходит для небольшого числа культур. Для больших коллекций хорошо подходят специальные инкубаторы, но они очень дороги в эксплуатации. Холодильники с прозрачными дверцами, которые используются в продовольственных магазинах, могут быть более дешевой альтернативой таких инкубаторов.



Рис. 21. Комната для культивирования водорослей в Университете Джона Кэрролла (США)

Стойки и полки должны обеспечивать равномерное освещение и температурный контроль и быть легкодоступными. Различное число культур должно храниться вместе на специальных тестовых стойках. Полки должны быть изготовлены из стекла или металла, так как их легко обрабатывать для стерилизации. Наиболее оптимальны полки из металлической сетки, так как они обеспечивают хорошую циркуляцию воздуха. Источники света должны располагаться над или в стороне от полок для предотвращения перегревания.

Для культивирования водорослей нужно поддерживать определенную температуру. Лучше всего расположить компрессоры вне здания. В целях индикации изменения температуры более чем на 2-4˚С можно использовать специальные звуковые системы.

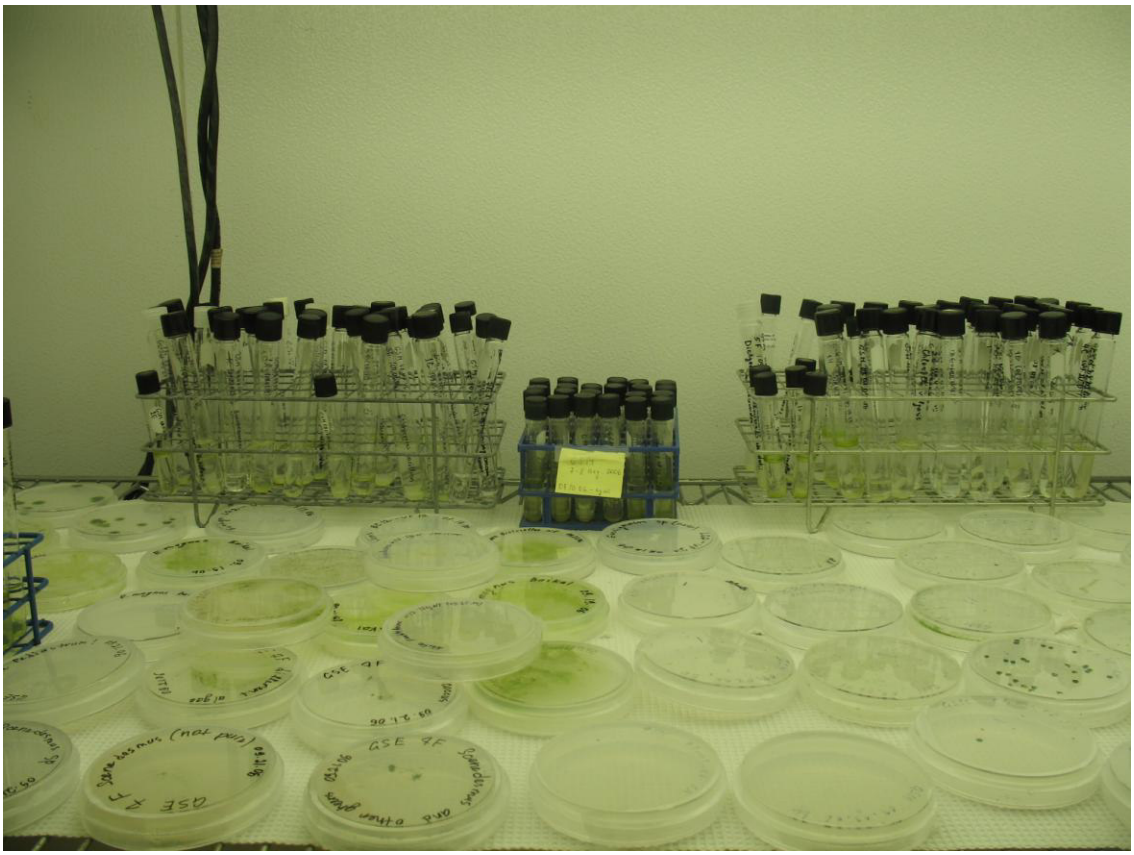


Рис. 22. Изоляты водорослей в комнате для культивирования в Университете Джона Кэрролла (США)

Для освещения культур лучше всего использовать рассеянный свет. Попадание прямого солнечного света может привести к чрезмерному нагреванию и гибели культуры.

При культивировании водорослей также необходимо поддерживать определенную влажность. Это необходимо не только для предотвращения чрезмерного испарения, но и для предотвращения загрязнения водорослей. Например, споры грибов хорошо развиваются при влажности воздуха 60% и выше.

Поддержание чистоты в культуральных помещениях является важным условием культивирования. Все поверхности должны обрабатываться 70% раствором этанола. Полевые образцы, почва и другие биологические материалы должны храниться отдельно от культур водорослей (Lorenz et al., 2005).

7.2.12. Поддержание порядка в хранении культур

Для долговременного хранения культур водорослей должна существовать специальная система этикетирования. Нумерация штаммов является наиболее простым и эффективным средством поддержания порядка. Названия видов и родов могут изменяться (при применении более точной идентификации), но номер штамма должен быть постоянным. Можно рекомендовать следующую информацию для этикетки: научное название вида, номер штамма, среда культивирования. Одновременное использование названия вида и номера штамма снижает риск ошибки. Для небольших коллекций можно рекомендовать также дату пересева. Дополнительную информацию о каждом штамме можно указать в базах данных и картотеке.

Этикетки должны быть легко читаемыми, водостойкими и легкими для замены.

Для снижения риска потери штамма культуру следует хранить как минимум в двух повторностях. Можно рекомендовать следующий порядок хранения культуры: 2 пробирки после последнего пересева, 2 пробирки из предпоследнего пересева и 1 пробирку из более ранних пересевов для медленного роста хранить отдельно (Lorenz et al., 2005).

Контрольные вопросы

1. Какова роль коллекций культур водорослей в современной биологии?
2. Перечислите условия, необходимые для функционирования коллекций культур водорослей.
3. Чем обусловлен выбор среды для культивирования?
4. Какие уровни освещенности и температуры являются оптимальными для сохранения жизнеспособности водорослей?
5. С какой частотой необходимо пересаживать водоросли?
6. Какое оборудование используется для культивирования водорослей?
7. Как поддерживается порядок в хранении культур?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Водоросли. Справочник / Вассер С.П. и др. Киев: Наук. Думка, 1989. 608 с.

Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология: в 3-х т.Т.1: Пер.с англ./ Под ред.Р.Сопера. М.: Мир, 1996. 368 с.

Культивирование коллекционных штаммов водорослей / Под ред. Б.В.Громова. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1983. 152 с.

Масюк Н.П. Морфология, систематика, экология, географическое распространение рода Dunaliella Teod. Киев: Наук. думка, 1973. 244 с.

Почвенные водоросли. Голлербах М.М., Штина Э.А. Л.: Изд-во Наука, 1969. 228 с.

Сиренко Л.А., Сакевич А.И., Осипов Л.Ф. и др. Методы физиолого-биохимического исследования водорослей в гидробиологической практике. Киев: Наук. думка, 1975. 248 с.

Теппер Е.З, Шильникова В.К, Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии. М.: Колос, 1993. 175 с.

Aghajanian J. G. A starch grain-mitochondrion-dictyosome association in Batrachospermum (Rhodophyta) // J. Phycol. 1979. Vol. 15. P. 230-232.

Allen E. A. D., Gorham P. R. Culture of planktonic cyanophytes on agar / Carmichael W. W. The Water Environment: Algal Toxins and Health. Plenum Publishing Corp., New York. 1981. P. 185-192.

Allen E. J. On the culture of the plankton diatom Thalassiosira gravida Cleve, in artificial sea-water // J. Mar.Biol. Assoc. U. K. 1914. Vol. 10. P. 417-39.

Allen M. M. Simple conditions for growth of unicellular blue-green algae on plates // J. Phycol. 1968. Vol. 4. P.1-4.

Allen M. M., Stanier R. Y. Growth and division of some unicellular blue-green algae // J. Gen. Microbiol. 1968. Vol. 51. P. 199-202.

Allen M.M. Methods for cyanophyceae / Steain J.R. Handbook of Phycological Methods: Culture Methods and Growth Measurements. Cambridge University Press, Cambridge. 1973. P. 127-38.

Andersen R. A., Morton S. L., Sexton J. P. CCMP – Provasoli-Guillard National Center for Culture of Marine Phytoplankton. List of strains // J. Phycol. 1997. Vol. 33. P. l-75.

Andersen R.A., Berges J.A., Harrison P.J., Watanabe M.M. Recipes for freshwater and seawater media / Andersen R.A. Algal culturing techniques. Elsevier Academic Press, 2005. P. 429-538.

Andersen R.A., Kawachi M. Traditional microalgae isolation techniques / Andersen R.A. Algal culturing techniques. Elsevier Academic Press, 2005. P. 82-100.

Anderson D. M., Fukuyo Y., Matsuoka K. Cyst Methodologies / Hallegraeff G. M., Anderson D. M., Cembella A. D. Manual on Harmful Marine Microalgae. IOC Manuals and Guides No. 33. UNESCO, Paris, 1995. P. 229-249.

Bischoff H. W., Bold H. C. Phycological Studies IV. Some Soil Algae From Enchanted Rock arid Related Algal Species . University of Texas, Austin, 1963. Vol. 6318. P. 1-95.

Bold H. C. Notes on the culture of some common algae // J. Tenn. Acad. Sci. 1936. Vol. 11. P. 205-212.

Bold H. C. The cultivation of algae // Bot. Rev. 1942. Vol. 8. P. 69-138.

Bold H. C. The morphology of Chlamydomonas chlamydogama sp. nov.// Bull. Torrey Bot. Club. 1949. Vol. 76. P. 101-108.

Bold H. C. Twenty-five years of phycology (1947-1972) // Ann. Missouri Bot. Card. 1974. Vol. 61. P. 14-44.

Boye M., van den Berg C. M. G. Iron availability and the release of iron-complexing ligands by Emiliania huxleyi // Mar. Chem. 2000. Vol. 70. P. 277-287.

Brahamsha B. A genetic manipulation system for oceanic cyanobacteria of the genus Synechococcus // Appl. Environ. Microbiol. 1996. Vol. 62. P. 1747-1751.

Brand L.E et al. A method for the rapid and precise determination of acclimated phytoplankton reproduction rates // J. Plancton. Res. 1981. Vol. 3. P. 93-201.

Brook A. J. The discoloration of roofs in the United States and Canada by algae // J. Phycol. 1968. Vol. 4. P. 250.

Brown R. M., Jr., Bischoff H. W. A new and useful method for obtaining axenic cultures of algae // Phycol. Soc.Amer. News Bull. 1962. Vol. 15. P. 43-44.

Brunei J., Prescot G. W., Tiffany L. N. The Culturing of Algae. Charles F. Kettering Foundation, Antioch Press, Yellow Springs, Ohio, 1950. 114 p.

Burlew J. S. Algal culture: from laboratory to pilot plant. Carnegie Institution of Washington, Washington, D. C, 1953. Vol. 600. P. 1-357.

Chick H. A study of a unicellular green alga, occurring in polluted water, with especial reference to its nitrogenous metabolism // Proc. Roy. Soc. 1903. Vol. 71. P. 458-476.

Chodat R. Les clones chez les algues inferieures. Zeitschr. Indukt. Abst.-Vererb. Suppl. / Verhandl V. Internat. Kongr. Vererbungsiviss., Berlin, 1927. Verlag Borntraeger, Leipzig, Germany. 1928. Vol. 1. P. 522-530.

Chodat R., Grintzesco J. Sur les méthodes de culture pure des algues vertes. Congrès International de Botanique, Paris. Extrait du Compterendu. Imprimerie Lucien Declume, Lons-le-Saunier, France, 1900. P. 157-162.

Chu S. P. The influence of the mineral composition of the medium on the growth of planktonic algae. Part I. Methods and culture media // J. Ecol. 1942. Vol. 30. P. 284-325.

Cohn S. A., Pickett-Heaps J. D. The effects of colchicines and dinitrophenol on the in vivo rates of anaphase A and B in the diatom Surirella // Eur. J. Cell Biol. 1988.Vol. 46. P. 523-530.

Cole G. T., Wynne M. J. Endocytosis of Microcystis aeruginosa by Ochromonas danica. J. Phycol. 1974. Vol. 10. P. 397-410.

Comtois P. Pierre Miquel: the first professional aerobiologist // Aerobiologia.1997. Vol. 13.P. 75-82.

Darling R. B., Friedmann E. I., Broady P. A. Heterococcus endolithicus (Xanthophyceae) and other terrestrial Heterococcus species from Antarctica: Morphological changes during life history and response to temperature // J. Phycol. 1987. Vol. 23. P. 598-607.

Davies A.G. The effect of heavy metals upon natural marine phytoplankton populations // Progress in Phycological Research. 1983. Vol. 2. P.45-113.

Day J.G. Conservation strategies for algae / Benson E.E. Plant Conservation Biotechnology. London: Taylor and Francis Ltd. 1999. P. 111-124.

Drew K. M. Conchocelis-phase in the life-history of Porphyra umbilicalis (L.) Kütz. // Nature. 1949. Vol. 164.No. 4174. P. 748-749.

Droop M. R. A note on the isolation of small marine algae and flagellates for pure culture // J. Mar. Biol. Assoc. U. 1954. Vol. 33.P. 511-541.

Droop M. R. Terpenoid quinones and steroids in the nutrition of Oxyrrhis marina // J. Mar. Biol. Assoc. U. K. 1971. Vol. 51.P. 455-470.

Droop M. R., Doyle J. Ubiquinone as a protozoan growth factor // Nature. 1966. Vol. 212. No. 5069. P. 1474-1475.

Droop M.R. Algae / Norris J.R., Ribbon D.W. Methods on Microbiology. Vol 3B. New York: Academic Press, 1969. P. 269-313.

Erata M., Chihara M. Cryptomonads from the Sugadaira-Moor, Central Japan. Bull. Sugadaira Mont. Res. Center, Univ. Tsukuba, 1987. Vol. 8. P. 57-69.

Errécalde O., Campbell P. G. C. Cadmium and zinc bioavailability to Selenastrum capricorniutum (Chlorophyceae): Accidental metal uptake and toxicity in the presence of citrate // J. Phycol. 2000. Vol. 36. P. 473-483.

Ettl H., Gärtner G. Syllabus der Boden-, Luft- und Flechtenalgen. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 1995. 721p.

Fellers C. R. The analysis, purification and some chemical properties of agar-agar // J. Indust. Engin. Chem. 1916a. Vol. 8.P. 1128-1133.

Floyd G. L., Stewart K. D., Mattox K. R. Cellular organization, mitosis, and cytokinesis in the ulotrichalean alga, Klebsormidium // J. Phycol. 1972. Vol. 8. P. 176-184.

Foerster J. W. The ecology of an elfin forest in Puerto Rico. 14. The algae of Pico Del Oeste // J. Arnold Arbor. 1971. Vol. 52. P. 86-109.

Fogg G. E. Algal cultures andphytoplankton ecology. Madison: University of Wisconsin Press, 1965. 126 p.

Fox C. H. Studies of the cultural physiology of the lichen alga Trebouxia // Physiologia Plantarum. 1967. Vol. 20. P. 251-262.

Føyn B. Lebenszyklus, Cytologic und Sexualität der Chlorophycee Cladophora suhriana Kützing // Arch. Protistenk. 1934.Vol. 83. P. 1-56.

Garbary D. J., Wynne M. J. Promineitt Phycologists of the 20th Century. Lancelot Press, Hantsport, Nova Scotia, 1996. 360 p.

Gärtner G. ASIB: The Culture Collection of Algae at the Botanical Institute, Innsbruck // Nova Hedwigia. 2004. Vol. 79. P. 71-76.

Genesemer R. W. Role of aluminum and growth rate on changes in cell size and silica content of silica-limited populations of Asterionella ralfsii var. americana (Bacillariophyceae) // J. Phycol. 1990. Vol. 26. P. 250-258.

Guillard R. R. L. Culture methods / Hallegraeff G. M., Anderson D. M., and Cembella A. D. Manual on Harmful Marine Microalgae. IOC Manuals and Guides No. 33. Paris: UNESCO, 1995. P. 45-62.

Guillard R. R. L. Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrates / Smith W. L., Chanley M. H. Culture of Marine Invertebrate Animals. Plenum Press, New York, 1975. P. 26-60.

Guillard R. R. L., Lorenzen C. J. Yellow-green algae with chlorophyllide c // J. Phycol. 1972. Vol. 8. P. 10-14.

Guillard R.R.L. Purification methods for microalgae / Andersen R.A. Algal culturing techniques. Elsevier Academic Press, 2005. P. 117-132.

Guillard R.R.L, Keller M. Culturing dinofalgellates 1984. Academic Press, New York. P. 391-442.

Guillard R.R.L, Morton S.L. Cultures methods. Manual on Harmful Marine Microalgae. Paris: UNESCO, 2003. P. 77-79.

Harder R. Ernährungsphysiologische Untersuchungen an Cyanophyceen, hauptsächlich dem endophytischen Nostoc punctiforme // Zeitschr. Bot. 1917. Vol. 9. P. 145-242.

Hartmann M. Untersuchungen über die Morphologie und Physiologie des Formwechsels der Phytomonadinen (Volvocales) IV / Arch. Protistenk. 1924. Vol. 49. P. 375-395.

Hassenteufel W., Jagitsch R., Koczy F. F. Impregnation of glass surface against sorbtion of phosphate traces. Limnol. Oceanogr. 1963. Vol. 8. P. 152-156.

Hoff F. H., Snell T. W. Plankton Culture Manual / Florida Aqua Farms, Inc., Dade City, Florida, USA, 2001.162 p.

Holm-Hansen O. Viability of blue-green and green algae after freezing // Physiol. Plant. 1963. Vol. 16. P. 530-540.

Hoppenrath M. Morphology and taxonomy of six marine sand-dwelling *Amphidiniopsis* species (Dinophyceae, Peridiniales), four of them new, from the German Bight, North Sea // Phycologia, 2000.Vol. 39. P. 482-497.

Hoshaw R. W., Rosowski J. R. Methods for microscopic algae / Stein J. R. Culture Methods and Growth Measurements. Cambridge: Cambridge University Press, 1973. P. 53-68.

Hutner S. H., Provasoli L., Schatz A., Haskins C. P. Some approaches to the study of the role of metals in the metabolism of microorganisms // Proc. Amer. Phil. Soc. 1950. Vol. 94. P. 152-170.

Hutner S. H., Provasoli L., Stokstad E. L. R., Hoffmann C. E., Belt M., Franklin A. L., Jukes T H. Assay of anti-pernicious anemia factor with Euglena // Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 1949. Vol. 70. P. 118-120.

Ichimura T. Sexual cell division and conjugation-papilla formation in sexual reproduction of Closterium strigosum / Nishizawa K., Arasaki S., Chihara M., Hirose H., Nakamura V., Tsuchiya Y. Proceedings of the Seventh International Seaweed Symposium, Sapporo, Japan, August 8-12, 1971. Proceedings of the Seventh International Seaweed Symposium, University of Tokyo Press, Tokyo, 1971. P. 208-214.

Jacobsen H. C. Kulturversuche mit einigen niederen Volvocaceen // Zeitschr. Bot. 1910. Vol. 2. P. 145-188.

Jaworski G.H.M. Variability in sinking rate of freshwater diatom Asterionella formosa: the influence of colony morphology // Br. Phycol.J. 1988. Vol. 23. P. 167-176.

Jones G. E. Precipitates from autoclaved seawater // Limnol. Oceanogr. 1967.Vol. 12. P. 165-167.

Kato S. Laboratory culture and morphology of Colacium vesiculosum Ehrb. (Euglenophyceae) // Jap. J. Phycol. 1982. Vol. 30. P. 63-67.

Kawachi M., Noël M.H. Sterilization and sterile technique / Andersen R.A. Algal culturing techniques. Elsevier Academic Press, 2005. P. 65-82.

Keller M. D., Bellows W. K., Guillard R. R. L. Microwave treatment for sterilization of phytoplankton culture media // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 1988. Vol. 117. P. 279-283.

Komagata K., Sugawara H., Ugawa Y. World Catalog of Algae, Second Edition. WFCC World Data Center on Microorganisms. Life Science Research Information Section, RIKEN, Wako, Saitama, Japan. 1989. 315 p.

Krieg N. R., Gerhardt P. Solid culture / Gerhardt P., Murray R. G. E., Costilow R. N et al. Manual of Methods for General Bacteriology. Washington, DC: American Society for Microbiology, 1981. P. 143-144.

Krüger W. Beiträge zur Kenntnis der Organismen des Saftflusses (sog. Schleimflusses) der Laubbäume. I. Über einen neuen Pilztypus, repräsentiert durch die Gattung *Prototheca;* II. Über zwei aus Saftflüssen rein gezüchtete Algen / Zopf W. Beiträge zur Physiologie und Morphologie niederer Organismen. Arthur Felix, Leipzig, Germany. 1894. Vol. 4. P. 69-116.

Küster E. Anleitung zur Kultur der Mikroorganismen (1. Auflage). Leipzig: Verlag B. G. Teubner, 1907. 201 p.

Kufferath H. La culture des algues // Revue Algol 1928/29. Vol. 4. P. 127-346.

Kugrens P., Lee R. E., Andersen R. A. Ultrastructural variations in cryptomonad flagella // J. Phycol. 1987. Vol. 23. P. 511-518.

Leal M. F. C., Vasconcelos M. T. S. D., van den Berg C. M. G. Copper-induced release of complexing ligands similar to thiols by Emiliania huxleyi in seawater cultures // Limnol. Oceanogr. 1999.Vol. 44. No 7. P. 1750-1762.

Lewin J. Silicon metabolism in diatoms, V. Germanium dioxide, a specific inhibitor of diatom growth // Phycologia. 1966.Vol. 6. P. 1-12.

Lewin R.A. The isolation of algae // Rev. Algol. (new series). 1959. Vol. 3. P. 181-197.

Li R., Yokota A., Sugiyama J., Watanabe M., Hiroki M., Watanabe M. M. Chemotaxonomy of planktonic cyanobacteria based on non-polar and 3-hydroxy fatty acid composition // Phycol. Res. 1998. Vol. 46. P. 21-28.

Lim M. et al. A method of obtaining axenic cultures of Trentopolia spp. (Chlorophyta) // J. Phycol. 1992. N 28. P. 567-569.

Lorenz M., Friedl T., Day J.G. Perpetual maintenance of actively metabolizing microalgal cultures / Andersen R.A. Algal culturing techniques. Elsevier Academic Press, 2005. P. 145-156.

Lwoff A. La nutrition de Polytoma uvella Ehrenberg (Flagellé Chlamydomonadinae) et le pouvoir de synthèse des protistes hétérotrophes. Les protistes mésotrophes // C. R. Acad. Sri. Paris. 1929.Vol. 188. P. 114-116.

Lwoff A. Recherches biochimiques sur la nutrition des protozoaires. Le pouvoir de synthese. Monographies de I'lnstitut Pasteur. Masson, Paris, 1932.158 p.

Lwoff A. Sur la nutrition des Infusoires // C. R. Acad. Sci. Paris. 1923.Vol. 176. P. 928-930.

Matsuoka K., Fukuyo Y. Technical Guide for Modem Dinoflagellate Cyst Study. Westpac-HAB, Nagasaki University, Nagasaki, Japan, 2000. 29 p.

McLachlan J., Chen L. C.-M., Edelstein T. The culture of four species of Fucus under laboratory conditions // Can. J. Bot. 41971.Vol. 9.P.1463-1469.

Meier F. Cultivating algae for scientific research // Ann. Rep. Board Regents Smithsonian Inst. 1932. Vol. 1932. P. 373-383.

Miquel P. De la culture artificielle des Diatomées // Le Diatomiste. 1890/92. Vol. 173-5, 93-9, 121-8, 149-56, 165-172.

Moore G. T. Methods for growing pure cultures of algae // J. Appl. Microsc. Labor. Meth. 1903. Vol. 6. P. 2309-2314.

Morel F. M. M., Westall J. C., Reuter J. G., Chaplick J. P. Description of the algal growth media "Aquil" and "Fraquil." Technical Report 16. Water Quality Laboratory, Ralph Parsons Laboratory for Water Resources and Hydrodynamics, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 1975. 33 p.

Nelson D.M., Brand L.E. Cell division periodicity in 13 species of marine phycoplankton on a light : dark cycle // J.Phycol. 1979. Vol. 15. P. 67-75.

Otsuki A., Watanabe M. M., Sugahara K. Chlorophyll pigments in methanol extracts from ten axenic cultured diatoms and three green algae as determined by reverse phase PIPLC with fluorometric detection // J. Phycol. 1987. Vol. 23. P. 406-414.

Polge C., Smith A. U., Parkes A. S. Revival of spermatozoa after vitrification and dehydration at low temperatures // Nature. 1949. Vol. 164. No. 4172. P. 666.

Preisig H.R., Andersen R.A. Historical review of algal culturing techniques / Andersen R.A. Algal culturing techniques. Elsevier Academic Press, 2005. P. 1-12.

Price N. M., Harrison G. I., Hering J. G, Hudson R. J., Nirel P. M., Palenik B., Morel F. M. M. Preparation and chemistry of the artificial algal culture medium // Aquil. Biol. Oceanogr.1989.Vol. 6. P. 443-461.

Price N.M et al. Preparation and chemistry of the artificial algal culture medium // Aquil. Biol. Oceanogr. 1988/89. Vol. 6. P. 61-443.

Pringsheim E. G. Algenkultur / Abderhalden E. Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, Abt. XI (2/1). Urban und Schwarzenberg, Berlin, 1924. P.377-406.

Pringsheim E. G. Kulturversuche mit chloro-phyllfuhrenden Mikroorganismen. Mitt. I / Die Kultur von Algen in Agar. Beitr. Biol. Pfl. 1912. Vol. 11. P. 305-334.

Pringsheim E. G. The soil-water culture technique for growing algae / Brunei J., Prescott G. W., Tiffany L.H. The Culturing of Algae. Charles E. Kettering Foundation, Dayton, Ohio, 1950. P. 19-26.

Pringsheim E.G. Pure Cultures of Algae. Their Preparation and Maintenance. Cambridge University Press, Cambridge. London, 1946. 119 p.

Provasoli L. Alcune considerazioni sui caratteri morfologici e fisiologici delle Alghe // Boll. Zool. Agrar. Bachicolt. Milano, 1956. Vol. 22. P. 143-88.

Provasoli L. Effect of plant hormones on Ulva // Biol. Bull. Mar. Biol. Lab. Woods Hole. 1958a. Vol. 114. P. 375-384.

Provasoli L. Nutrition and ecology of protozoa and algae // Ann. Rev. Microbiol. 1958b. Vol. 12.P. 279-308.

Provasoli L., Carlucci A. F. Vitamins and growth regulators / Stewart W. D. P. Algal Physiology and Biochemistry. London: Blackwell Scientific, 1974. P. 741-787.

Provasoli L., Hutner S. H., Schatz A. Streptomycin-induced chlorophyllless races of Euglena // Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 1948.Vol. 69. P. 279-282.

Provasoli L., McLaughlin J. J. A., Droop M. R. The development of artificial media for marine algae // Arch. Mikrobiol. 1957. Vol. 25. P. 392-428.

Provasoli L., McLaughlin J. J. A., Pintner I. J. Relative and limiting concentrations of major mineral constituents for the growth of algal flagellates. Trans. New York Acad. Set. Ser. II. 1954. Vol. 16. P. 412-417.

Provasoli L., Pintner I. J. Artificial media for freshwater algae: Problems and suggestions / Tryon C. A., Jr., Hartman R. T. The Ecology of Algae. Special Publication 2. Pymatuning Laboratory of Field Biology, University of Pittsburgh, Pittsburgh, 1960. P. 84-96.

Reardon E. M., Price C. A., Guillard, R. R. L. Harvest of marine microalgae by centrifugation in density gradients of 'Percoll' / Reid E. Cell Populations. Methodological Surveys (B) Biochemistry. Vol. 8. John Wiley & Sons, New York, 1979. P. 171-175.

Richmond A. CRC Handbook of Microalgal Mass Culture. CRC Press, Boca Raton, Florida, 1986. 528 p.

Richmond A. Handbook of microalgal culture-biotechnology and applied phycology. Malden: Blackwell Publishing, 2004. 556p.

Richter O. Die Reinkultur und die durch sie erzielten Fortschritte vornehmlich auf botanischem Gebiete // Progressus rei Botanicae. 1913. Vol. 4. P. 303-360.

Rippka R. et al. Isolation and purification of cyanobacteria: some general principals // The Prokaryotes. Vol. 1. Vienna: Springer-Verlag, 1981. P. 20-212.

Rippka R., Deruelles J., Waterbury J. B., Herdman M., Stanier R. Y. Generic assignments, strain histories and properties of pure cultures of cyanobacteria // J. Gen. Microbiol. 1979. Vol. 111. P. 1-61.

Rogerson A., De Freitas A. S. W., Mclnnes A. C. Observations on wall morphogenesis in Coscinodiscus asteromphalus (Bacillariophyceae) // Trans. Am. Microsc. Soc. 1986. Vol. 105. P. 59-67.

Rosowski J. R., Kugrens P. Observations on the euglenoid Colacium with special reference to the formation and morphology of attachment material // J. Phycol. 1973. Vol. 9. P. 370-383.

Round F. E. The Ecology of Algae. Cambridge: Cambridge University Press, 1981. 653 p.

Rueter J. G, Ades D. R. The role of iron nutrition in photosynthesis and nitrogen assimilation in Scenedesmus quadricauda (Chlorophyceae) // J. Phycol. 1987. Vol. 23. P. 452-457.

Rueter J. G. Iron stimulation of photosynthesis and nitrogen fixation in Anabaena 7120 and Trichodesmium (Cyanophyceae) // J. Phycol. 1988. Vol. 24. P. 249-254.

Sauvageau C. Sur la sexualité hétérogamique d'une Laminaire (Saccorhiza bulbosd) // C. R. Acad. Sci., Paris, 1915. Vol. 161. P. 796-799.

Schlegel I., Krienitz L., Hepperle D. Variability of calcification of Phacotus lenticularis (Chlorophyta, Chlamydomonadales) in nature and culture // Phycologia. 2000. Vol. 39. P. 318-322.

Schlichting H. E., Jr. A preliminary study of the algae and protozoa in seafoam // Bot. Mar. 1971.Vol. 14. P. 24-28.

Schlichting H. E., Jr. Some subaerial algae from Ireland // Br. Phycol. J. 1975. Vol. 10. P. 257-261.

Schlichting H. E., Jr. The importance of airborne algae and protozoa // J. Air Poll. Control Assoc. 1969. Vol. 19. P. 946-951.

Schlichting H. E., Jr., Milliger L. E. The dispersal of microorganisms by a hemipteran, Lethocerus uhleri (Montandon) // Trans. Atner. Microsc. Soc. 1969. Vol. 88. P. 452-454.

Schlichting H. E., Jr., Raynor G. A., Solomon W. R. Recommendations for Aerobiology Sampling in a Coherent Monitoring System: Algae and Protozoa in the Atmosphere. U.S./ IBP Aerobiology Handbook No. 3. Michigan: University of Michigan, Ann Arbor, 1971. P. 60-61.

Schlösser U. G. SAG—Sammhmg von Algenkulturen at the University of Göttingen catalogue of strains 1994 // Bot.Acta. 1994. Vol. 107. P. 111-186.

Schreiber E. Die Reinkultur von marinem Phytoplankton und deren Bedeutung für die Erforschung der Produktionsfähigkeit des Meereswassers. Wiss. Meeresuntersuch //Abt. Helgoland N. F. 1927. Vol. 16. No.10. P. 1-34.

Schultz M. E., Trainor F. R. Production of malegametes and auxospores in the centric diatoms Cyclotella meneghiniana and C. cryptic // J. Phycol. 1968. Vol. 4. P. 85-88.

Schuster A. M., Waddle J. A., Korth K., Meints R. H. Chloroplast genome of an exsymbiotic Chlorella-like green alga // Plant Mol. Biol. 1990. Vol. 14. P. 859-862.

Shirai M., Matsumaru K., Ohtake A., Takamura Y., Aida T, Nakano M. Development of a solid medium for growth and isolation of axenic Microcystis strains (cyanobacteria) // Appl. Environ. Microbiol. 1989. Vol. 55. P. 2569-2571.

Sitz T.O., Schmidt R.R. Purification of Synechococcus lividus by equilibrum centrifugation and its synchronization by different centrifugation // J.Bact. 1973. Vol. 115. P. 43-46.

Skinner C. E. Isolation in pure culture of green algae from soil by a simple technique // Plant Physiol. 1932. Vol. 7. P. 533-537.

Smith P. E. The effects of some air pollutants and meteorological conditions on airborne algae and protozoa // J. Air Poll. Control Assoc. 1973. Vol. 23. P. 876-880.

Soeder C. J. An historical outline of applied algology / Richmond A. CRC Handbook of Microalgal Mass Culture. Florida: CRC Press, Boca Raton, 1986. P. 25-41.

Solp H., Starr M.P. Principles of isolation, cultivation and conservation of bacteria / The Procaryotes. Vol. 1. Vienna: Springer-Verlag, 1981. P. 135-175.

Soma Y., Imaizumi T., Yagi K., Kasuga S. Estimation of algal succession in lake water using HPLC analysis of pigments // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 1993. Vol. 50. P. 1142-1146.

Starr R. C., Zeikus J. A. UTEX: the culture collection of algae at the University of Texas at Austin. 1993 List of cultures // J. Phycol. 1993. Vol. 29. N. 2. P. 1-106.

Starr R. C. Culture Collection of Algae at Indiana University // Lloydia. 1956. Vol. 19. P. 129-156.

Stein J. R. Handbook of Phycological Methods. Cambridge: Cambridge University Press, 1973. 448 p.

Stokes P.M. Responses of freshwater algae to metals // Progress in Phycological Research. Vol. 2. New York: Elsevier, 1983. P. 87-112.

Suda S., Watanabe M. M., Otsuka S., Mahakhant A., Yongmanitchai W., Noparatnaraporn N., Liu Y., Day J. Taxonomic revision of water-bloom-forming species of oscillatorioid cyanobacteria //Int. J. Syst. E. Vol. Microbiol. 2002. Vol. 52. P. 1577-1595.

Sutherland J.W. Ultrasonication – an enrichment technique for microcyst-forming bacteria // J. Appl.Bacteriol. N. 41. P. 8-185.

Takamura N., Kasai E, Watanabe M. M. The effects of Cu, Cd, and Zn on photosynthesis of freshwater benthic algae // J. Appl. Phycol. 1988. Vol. 1.P. 39-52.

Takamura N., Kasai F., Watanabe M. M. Unique response of Cyanophyceae to copper // J. Appl. Phycol. 1989. Vol. 2. P. 293-296.

Tamiya H. Synchronous cultures of algae // Annual Rev. Plant Physiol. 1966. Vol. 17. P. 1-26.

Terumoto I. Frost resistance in the marine alga Enteromorpha intestinalis (L.) Link. // Low Temp. Sci. Ser. B. 1961. Vol. 19. P. 23-28.

Thomas D. L., Montes J. G. Spectrophotometrically assayed inhibitory effects of mercuric compounds of Anabaena flos-aquae and Anacystis nidulans (Cyanophyceae) // J. Phycol. 1978. Vol. 14. P. 494-499.

Throndsen J. Special methods – mocromanipulators // Handbook of phycological methods. Culture methods and growth measurements. Cambridge: Cambrige University Press, 1973. P. 38-45.

Throndsen J. The dilution-culture method / Sournia A. Phytoplankton Manual. Paris: UNESCO, 1978. P. 218-224.

Toledo G., Palenik B. Synechococcus diversity in the California current as seen by RNA polymerase (rpoCl) gene sequences of isolated strains // Appl. Environ. Microbiol. 1997. Vol. 63. P. 4298-4303.

Tompkins J., DeVille M. M., Day J. G, Turner M. E. Culture Collection of Algae and Protozoa. Catalog of Strains. Ambleside, UK, 1995. 204 p.

Tseng C. K. Commercial cultivation / Lobban C. S., Wynne M. J. The Biology of Seaweeds. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1981. P. 680-725.

Uhling G. Eine einfach Methode zur Extraktion der vagilen, mesopsammalen Mikrofauna // Helgoländer wiss. Meeres. 1964. Vol. 11. P.178-185.

Uspenski E. E., Uspenskaja W.J. Reinkultur und ungeschlechtliche Fortpflanzung des Volvox minor und Volvox globator in einer synthetischen Nährlösung // Zeitschr. Bot. 1925. Vol. 17. P. 273-308.

Venkataraman G S. The Cultivation of Algae. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi, 1969. 319 p.

Vischer W. Die Kultur der Heterokonten / Rabenhorsts Kryptogamenflora von Deutschland, Osterreich und der Schweiz. Vol. 11 (ed. 2). Heterokonten. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig, Germany, 1937. P. 190-201.

Vischer W. Études d'algologie expérimentale. Formation des stades unicellulaires, cénobiaux et pluricellulaires chez les genres Chlamydomonas, Scenedesmus, Coelastrum, Stichococcus et Pseudendoclonium // Bull. Soc. Bot. Geneve Ser. 2, 1926. Vol. 18. P. 184-245.

Vischer W. Reproduktion und systematische Stellung einiger Rinden- und Bodenalgen // Schweiz. Zeitschr. Hydrol. 1960. Vol. 22. P. 330- 349.

Wall D., Guillard R. R. L, Dale B. Marine dinoflagellate cultures from resting spores // Phycologia. 1967. Vol. 6. P. 83-86.

Watanabe M. M., Kawachi M., Hiroki M., Kasai E. NIES – Collection List of Strains, Sixth Edition, 2000, Microalgae and Protozoa. Microbial Culture Collections, National Institute for Environmental Studies, Tsukuba, Japan, 2000. 159 p.

Watanabe M. M., Nakagawa M., Katagiri M., Aizawa K., Hiroki M., Nozaki H. Purification of freshwater picoplanktonic cyanobacteria by pour-plating in "ultra-low-gelling-temperature agarose" // Phycol. Res. 1998. Vol. 46 P. 71-75.

Watanabe M. M., Takeuchi Y., Takamura N. Cu tolerance of freshwater diatom, Achnanthes minutissima / Yasuno M., Whitton B. A. Biological Monitoring of Environmental Pollution. Tokyo: Tokai University Press, 1987. P. 171-177.

Watanabe M.M. Freshwater culture media / Andersen R.A. Algal culturing techniques. Elsevier Academic Press, 2005. P. 13-20.

Watanable M.M. et al. Axenic cultures of three species of Microcystis (Cyanophyta=Cyanobacteria) // Bull. Jap. Fed. Cuture Coll.1985.N1. P. 57-63.

Watanable M.M., Nakagawa M., Katagiri M., Aizawa K., Hiroki M., Nozaki H. Purifiction of freshwater picoplanktonic cyanobacteria by pour-plating in “ultra-low-gelling-temperature agarose” // Phycol. Res. 1998. N. 46. P. 71-75.

Waterbury J. V., Watson S. W., Valois E. W., Franks D. G. Biological and ecological characterization of the marine unicellular cyanobacterium Synechococcus / Piatt T, Li W. K. W. Photosynthetic Picoplankton. Can. Bull. Fish. Aquat. Sci. 1986. Vol. 214. P. 171-120.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Прописи питательных сред, рекомендуемых для культивирования различных групп водорослей

Основная среда Болда (Bold's Basal Medium–BBM)

(Bold, 1949; Bischoff, Bold, 1963)

Эта среда подходит для выращивания многих водорослей, особенно хлорококковых, вольвоксовых (особенно родов *Chalmydomonas*), нитчатой зеленой водоросли *Klebsormidium flaccidum* (Kützing) S.Mattox et Blackwell (Floyd et al., 1972), желтозеленой водоросли *Heterococcus endolithicus* Darling et Friedmann (Darling et al., 1987), эвгленовой водоросли *Colacium vesiculosum* Her. (Rosowski, Kurgens, 1973) и цианобактерии *Microsystis aeruginisa* Kützing (Cole, Wynne, 1974).

Компонент	Маточный раствор (г/л дистиллированной воды)	Используемое количество (мл)	Концентрация в конечной среде (моль)
Макроэлементы			
$NaNO_3$	25	10	$2{,}94\times10^{-3}$
$CaCl_2\times2H_2O$	2,5	10	$1{,}70\times10^{-4}$
$MgSO_4\times7H_2O$	7,5	10	$3{,}04\times10^{-4}$
K_2HPO_4	7,5	10	$4{,}31\times10^{-4}$
KH_2PO_4	17,5	10	$1{,}29\times10^{-4}$
NaCl	2,5	10	$4{,}28\times10^{-4}$
Щелочной раствор ЭДТА		1	
ЭДТА	50		$1{,}71\times10^{-4}$
KOH	31		$5{,}53\times10^{-4}$
Кислый раствор железа		1	
$FeSO_4$	4,98		$1{,}79\times10^{-5}$
H_2SO_4		1	
Раствор Бора		1	
H_3BO_3	11,42		$1{,}85\times10^{-4}$
Раствор микроэлементов		1	
$ZnSO_4\times7H_2O$	8,82		$3{,}07\times10^{-5}$
$MnCl_2\times4H_2O$	1,44		$7{,}28\times10^{-6}$
MoO_3	0,71		$4{,}93\times10^{-6}$
$CuSO_4\times5H_2O$	1,57		$6{,}29\times10^{-6}$
$Co(NO_3)_2\times6H_2O$	0,49		$1{,}68\times10^{-6}$

В 936 мл дистиллированной воды необходимо добавить по 10 мл раствора каждого из 6 макроэлементов и по 1мл каждого раствора микроэлементов, затем автоклавировать. pH конечного раствора - 6,6.

Существует несколько модификаций основной среды Болда:

KBBM (BBM +0,25% суркозы +1,0% протеазного пептона) для культивирования штаммов, подобных хлорелле, живущих симбиотически с *Paramecium bursaria* Focke (Schuster et al., 1990).

BBM+GA (BBM+1% глюкоза +0,01M раствор гидролизатов аминокислот (например, гидролизат казеина) или 0,01M раствор аминокислот (например, пролина, глутамина или аргинина). Эта среда была разработана для культивирования симбионта лишайников *Trebouxia* (Fox, 1976).

3NBBM (BBM с утроенной концентрацией нитрата) для выращивания *Anabaena flos-aquae* Brébisson ex Bornet et Flahault и *Anacystis nidulans* Gardner (Thomas, Montes, 1978).

3NBBM+ раствор витаминов (BBM с утроенной концентрацией нитрата и добавлением трех витаминов) для выращивания *Batrachospermum* (Aghajanian, 1979). Витамины: добавьте 0,125 мкг/л витамина B_1 ($4{,}52\times10^{-10}$ M в конечном растворе); 0,125мкг/л биотина ($5{,}12\times10^{-10}$ M в конечном растворе); 0,125мкг/л цианокобаламина ($5{,}12\times10^{-10}$ M в конечном растворе).

Двойная усиленна среда BBM+стерилизованные зерна пшеницы. Эта среда предназначена для культивирования криптомонад *Chilomonas paramaecium* Ehr. и *Cyathomonas truncata* (Fres.) (Kugrens et al., 1987).

Среда AF6
(Kato, 1982; Watanabe et al., 2000)

Среда была предложена в 1982 (Kato, 1982) для выращивания *Colacium* (Euglenophyceae), но затем стала широко применяться для выращивания водорослей, предпочитающих слегка кислую среду. Среда была модифицирована М.Ватанабе с соавторами в 2000 году (Watanabe et al., 2000), которые предложили использовать MES буфер и раствор микроэлементов. Среда AF6 используется для выращивания вольвоксовых (*Carteria, Gonium, Pandorina, Platydorina, Pleudorina, Pteromonas, Pseudocarteria, Volvox*), ксантофитовых (*Botrydiopsis arhiza* Borzi, *Botridium granulatum* (L.) Greville), многих криптофитов, динофлагеллят (*Peridinium*) и эвгленовых (*Phacus, Euglena*).

Компонент	Маточный раствор (г/л дистиллированной воды)	Используемое количество	Концентрация в конечной среде (моль)
MES буфер	-	400мг	$2{,}05\times10^{-3}$
Цитрат железа	2	1мл	$8{,}17\times10^{-6}$
Лимонная кислота	2	1мл	$1{,}04\times10^{-5}$
$NaNO_3$	140	1мл	$1{,}65\times10^{-3}$
NH_4NO_3	22	1мл	$2{,}75\times10^{-4}$
$Co(NO_3)_2\times6H_2O$	49,4	1мл	$1{,}70\times10^{-7}$
$MgSO_4\times7H_2O$	30	1мл	$1{,}22\times10^{-4}$
KH_2PO_4	10	1мл	$7{,}35\times10^{-5}$
K_2HPO_4	5	1мл	$2{,}87\times10^{-5}$
$CaCl_2\times2H_2O$	10	1мл	$6{,}8\times10^{-5}$
Раствор микроэлементов (смотри ниже)		1мл	
Раствор витаминов (смотри ниже)		1мл	

Приготовьте маточные растворы. В 950 мл дистиллированной воды растворите сначала MES буфер, цитрат железа и лимонную кислоту, затем добавьте другие растворы, доведя конечный объем до 1л. pH раствора - 6,6. Автоклавируйте.

Раствор микроэлементов для среды AF6

Компонент	Маточный раствор (г/л дистиллированной воды)	Используемое количество	Концентрация в конечной среде (моль)
Na_2ЭДТА× $2H_2O$	-	5г	$1{,}34\times10^{-5}$
$FeCl_3$ 2×6H2O	-	0,98г	$3{,}63\times10^{-6}$
$MnCl_2\times4H_2O$	-	0,18г	$9{,}10\times10^{-7}$
$ZnSO_4\times7H_2O$	-	0,11г	$3{,}83\times10^{-7}$
$CoCl_2$ 6×$6H_2O$	20	1мл	$8{,}41\times10^{-8}$
Na_2MoO_4	12,5	1мл	$5{,}17\times10^{-8}$

Приготовьте первоначальные маточные растворы. В 950 мл дистиллированной воды растворите ЭДТА, потом каждую соль, и затем добавьте по 1мл каждого маточного раствора.

Раствор витаминов для среды AF6

Компонент	Маточный раствор (г/л дистиллированной воды)	Используемое количество	Концентрация в конечной среде (моль)
Тиамин×HCl (витамин B_1)	-	10мг	$2{,}96\times10^{-8}$
Биотин (витамин H)	2	1мл	$8{,}19\times10^{-8}$
Пиридоксин×HCl (витамин B_6)	1	1мл	$5{,}91\times10^{-9}$
Цианокобаламин (витамин B_{12})	1	1мл	$7{,}38\times10^{-10}$

Приготовьте маточные растворы. В 950 мл дистиллированной воды растворите раствор тиамина, и потом добавьте по 1 мл 2 маточных растворов. Простерилизуйте с помощью фильтрации. Храните в холодильнике (Andersen et al., 2005).

Среда для культивирования диатомовых водорослей
(Cohn, Pickett-Heaps, 1988)

Среда разработана для выращивания пресноводной диатомовой водоросли *Suriella*, однако ее можно использовать для выращивания и других видов диатомей. Ее используют для выращивания *Navicula cuspidata* Kütz., *Nitzschia, Pinullaria, Stauroneis*.

Компонент	Маточный раствор (г/л дистиллированной воды)	Используемое количество	Концентрация в конечной среде (моль)
$Ca(NO_3)_2 \times 4H_2O$	70,85	1мл	3×10^{-4}
K_2HPO_4	54,44	1мл	4×10^{-4}
$MgSO_4 \times 7H_2O$	24,65	1мл	1×10^{-4}
$Na_2SiO_3 \times 5H_2O$	20мл, pH 8,5	1мл	$\sim 3 \times 10^{-4}$
$FeSO_4 \times 7H_2O$	0,278	1мл	1×10^{-6}
$MnCl_2 \times 4H_2O$	0,02	1мл	1×10^{-7}
Почвенная вытяжка	-	50мл	-
Раствор витаминов	-	1мл	-

В 900 мл дистиллированной воды растворите все компоненты. Доведите конечный объем до 1л. Стерилизуйте методом тиндализации. Охладите и затем добавьте витамины и $NaHCO_3$. Доведите pH раствора до 6,75. Стерилизуйте с помощью фильтра.

Раствор витаминов для культивирования диатомовых водорослей

Компонент	Маточный раствор (г/л дистиллированной воды)	Используемое количество	Концентрация в конечной среде (моль)
Тиамин×HCl (витамин B_1)	-	1г	$2{,}97 \times 10^{-6}$
Биотин (витамин H)	-	1г	$4{,}09 \times 10^{-6}$
Никотиновая кислота (нианацин)	-	1г	$8{,}12 \times 10^{-6}$
Цианокобаламин (витамин B_{12})	1	1мл	$7{,}38 \times 10^{-10}$

В 950 мл дистиллированной воды растворите витамин B_1 и затем добавьте по 1мл каждого маточного раствора. Доведите конечный объем до 1 литра. Стерилизуйте с помощью фильтра и храните в холодильнике (Andersen et al., 2005).

Среда BG-11 для синезеленых водорослей, модифицированная

(Allen, 1968; Allen, Stainer, 1968; Rippka et al., 1979)

Компонент	Маточный раствор (г/л дистиллированной воды)	Используемое количество	Концентрация в конечной среде (моль)
Раствор цитрата железа		1мл	
Лимонная кислота	6	1мл	$3,\ 12 \times 10^{-5}$
Цитрат аммоната железа	6	1мл	$\sim 3 \times 10^{-5}$
$NaNO_3$	-	1,5г	$1{,}76 \times 10^{-2}$
$K_2HPO_4 \times 3H_2O$	40	1мл	$1{,}75 \times 10^{-4}$
$MgSO_4 \times 7H_2O$	75	1мл	$3{,}04 \times 10^{-4}$
$CaCl_2 \times 2H_2O$	36	1мл	$2{,}45 \times 10^{-4}$
Na_2CO_3	20	1мл	$1{,}89 \times 10^{-4}$
$MgNa_2EDTA \times 2H_2O$	1	1мл	$2{,}79 \times 10^{-6}$
Раствор микроэлементов	1мл		

Приготовьте маточный раствор цитрата железа (растворите цитрат железа в 1л дистиллированной воды) и другие маточные растворы. К 900 мл дистиллированной воды добавьте 1мл раствора цитрата железа, потом добавьте остальные компоненты. Автоклавируйте. pH финального раствора - 7,4.

Раствор микроэлементов для среды BG-11
(раствор микроэлементов A5+Co)

Компонент	Маточный раствор (г/л дистиллированной воды)	Используемое количество	Концентрация в конечной среде (моль)
H_3BO_3	-	2,86г	$4{,}63\times10^{-5}$
$MnCl_2\times4H_2O$	-	1,81г	$9{,}15\times10^{-6}$
$ZnSO_4\times7H_2O$	-	0,22г	$7{,}65\times10^{-7}$
$CuSO_4\times5H_2O$	79	1мл	$3{,}16\times10^{-7}$
$Na_2MoO_4\times2H_2O$	-	0,391г	$1{,}61\times10^{-6}$
$Co(NO_3)_2\times6H_2O$	49,4	1мл	$1{,}70\times10^{-7}$

К 950 мл дистиллированной воды добавьте ЭДТА и другие компоненты, доведя финальный объем до 1 литра (Andersen et al., 2005).

Среда Чу-10
(Chu, 1942)

Среда Чу-10 является наиболее популярной из 17 питательных сред, предложенных С.Чу (Chu, 1942). Она представляет собой синтетическую среду, повторяющую по своему составу озерную воду, однако она лишена хелаторов, витаминов и микроэлементов (исключая железо). Она широко используется для культивирования водорослей, включая зеленые водоросли, диатомеи и цианобактерии (Chu, 1942). Многие синтетические среды были разработаны на основе среды Чу-10.

Компонент	Маточный раствор (г/л дистиллированной воды)	Используемое количество	Концентрация в конечной среде (моль)
$Ca(NO_3)_2$	40	1мл	$2{,}44\times10^{-4}$
K_2HPO_4	5	1мл	$2{,}87\times10^{-5}$
$MgSO_4\times7H_2O$	25	1мл	$1{,}01\times10^{-4}$
Na_2CO_3	20	1мл	$1{,}89\times10^{-4}$
Na_2SiO_3	25	1 мл	$2{,}05\times10^{-4}$
$FeCl_3$	0,8	1мл	$4{,}93\times10^{-6}$

В 950 мл дистиллированной воды растворите каждый компонент. Доведите конечный объем до 1л и автоклавируйте.

Среда Чу-10 + 0,1мг/л витамина B_{12} используется для выращивания *Cyclotella meneghiniana* Kützing и *C.cryptica* Reimann (Schultz, Trainor, 1968).

Среда WC
(Guillard, Lorenzen, 1972)

Эта среда представляет собой модификацию среды Чу-10 и среды Райта для выращивания криптофитов (WC=Wright's cryptophyte). Среда WC без добавления буфера используется для выращивания желтозеленых водорослей *Tribonema aequale* Pascher, *Botridium becherianum* Vischer, *Vaucheria sessilis* (Vaucher) De Candolle, *Ophiocytium maius* Nägeli и эустигматофитовой водоросли *Eustigmatos magnus* (B.Petersen) Hibberd. Среда также применяется для культивирования хлорококковых и вольвоксовых (*Ankistrodesmus, Chlorella, Chlamydomonas*), десмидиевых (*Spondylosium, Cosmarium, Staurastrum*), диатомовых (*Asterionella, Cyclotella, Sellaphora, Stephanodiscus*) и цианобактерии *Microcystis* (Andersen et al., 2005).

Компонент	Маточный раствор (г/л дистиллированной воды)	Используемое количество	Концентрация в конечной среде (моль)
Буфер (использовать только один буфер!)			
Глициглицин	-	500мг	$3{,}78\times10^{-3}$
Трис	-	500мг	$4{,}13\times10^{-3}$
$NaNO_3$	85,01	1мл	$1{,}00\times10^{-3}$
$CaCl_2\times2H_2O$	36,76	1мл	$2{,}50\times10^{-4}$
$MgSO_4\times7H_2O$	36,97	1мл	$1{,}50\times10^{-4}$
$NaHCO_3$	12,60	1мл	$1{,}50\times10^{-4}$
$Na_2SiO_3\times9H_2O$	28,42	1мл	$1{,}00\times10^{-4}$
K_2HPO_4	8,71	1мл	$5{,}00\times10^{-5}$
Раствор микроэлементов		1мл	
Раствор витаминов		1мл	

В 900мл дистиллированной воды растворите один из буферов. Добавьте остальные компоненты и доведите конечный объем до 1 л. pH конечного раствора - 7,6-8,0. Автоклавируйте.

Раствор микроэлементов для среды WC

Компонент	Маточный раствор (г/л дистиллированной воды)	Используемое количество	Концентрация в конечной среде (моль)
Na_2ЭДТА$\times 2H_2O$	-	4,36г	$1{,}17\times10^{-5}$
$FeCl_3\times6H_2O$	-	3,15г	$1{,}17\times10^{-5}$
$CuSO_4\times5H_2O$	10,0	1мл	$4{,}01\times10^{-8}$
$ZnSO_4\times7H_2O$	22,0	1мл	$7{,}65\times10^{-8}$
$CoCl_3\times6H_2O$	10,0	1мл	$4{,}20\times10^{-8}$
$MnCl_2\times4H_2O$	180,0	1мл	$9{,}10\times10^{-7}$
$Na_2MoO_4\times2H_2O$	6,0	1мл	$2{,}48\times10^{-8}$
H_3BO_3	-	1г	$1{,}62\times10^{-5}$

К 950 мл дистиллированной воды добавьте все необходимые компоненты, доведите конечный объем до 1 л. Автоклавируйте.

Раствор витаминов для среды WC

Компонент	Маточный раствор (г/л дистиллированной воды)	Используемое количество	Концентрация в конечной среде (моль)
Тиамин×HCl (витамин B_1)	-	100мг	$2{,}96\times10^{-7}$
Биотин (витамин H)	0,5	1мл	$2{,}05\times10^{-9}$
Цианокобаламин (витамин B_{12})	0,5	1мл	$3{,}69\times10^{-10}$

В 950 мл дистиллированной воды растворите витамин B_1, добавьте 1 мл маточного раствора и доведите конечный объем до 1 литра. Стерилизуйте с помощью фильтрации и храните в холодильнике (Andersen et al., 2005).

Среда Фраквила (Fraquil medium)

(Morel et al., 1975)

Эта среда была предложена для изучения взаимодействия микроэлементов с пресноводным фитопланктоном. Основные соли в этой среде те же, что и в среде WC, однако концентрации нитрата, фосфата и силиката уменьшены. Эта среда используется для изучения эффекта внесения металлов на рост, доступность питательных веществ, фотосинтетическую активность и морфологию *Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Brébisson (Rueter, Ades, 1987), *Anabaena* (Rueter, 1988), *Asterionella ralfsii var.americana* Körner (Genesemer, 1990), *Selenastrum capricornutum* Printz (Errécalde, Campbell, 2000).

Компонент	Маточный раствор (г/л дистиллированной воды)	Используемое количество	Концентрация в конечной среде (моль)
$CaCl_2\times2H_2O$	36,80	1мл	$2{,}50\times10^{-4}$
$MgSO_4\times7H_2O$	37,00	1мл	$1{,}50\times10^{-4}$
$NaHCO_3$	12,60	1мл	$1{,}50\times10^{-4}$
$Na_2SiO_3\times9H_2O$	3,55	1мл	$1{,}25\times10^{-5}$
$NaNO_3$	8,50	1мл	$1{,}00\times10^{-4}$
K_2HPO_4	1,74	1мл	$1{,}00\times10^{-5}$
Раствор витаминов		0,5мл	-
Раствор микроэлементов		1мл	-

К 900 мл дистиллированной воды добавьте по 1мл раствора каждой соли, 0,5 мл раствора витаминов и 1мл раствора микроэлементов. Доведите конечный объем до 1л.

Раствор витаминов для среды Фраквила

Компонент	Маточный раствор (г/л дистиллированной воды)	Используемое количество	Концентрация в конечной среде (моль)
Тиамин×HCl (витамин B_1)	-	200мг	$2{,}96\times10^{-7}$
Биотин (витамин H)	1,0	1мл	$2{,}05\times10^{-9}$
Цианокобаламин (витамин B_{12})	1,1	1мл	$4{,}06\times10^{-10}$

К 950 мл дистиллированной воды добавьте витамин B_1 и по 1мл каждого маточного раствора. Доведите конечный раствор до 1л. Стерилизуйте с помощью фильтрации. Храните в холодильнике.

Раствор микроэлементов для среды Фраквила

Компонент	Маточный раствор (г/л дистиллированной воды)	Используемое количество	Концентрация в конечной среде (моль)
$CuSO_4\times5H_2O$	0,249	1мл	$9{,}97\times10^{-10}$
$(NH_4)_6Mo_7O_{24}\times4H_2O$	0,265	1мл	$2{,}14\times10^{-10}$
$CoCl_3\times6H_2O$	0,595	1мл	$2{,}50\times10^{-9}$
$MnCl_2\times4H_2O$	4,550	1мл	2.30×10^{-8}
$ZnSO_4\times7H_2O$	1,150	1мл	$4{,}00\times10^{-9}$
Na_2ЭДТА$\times\ 2H_2O$	-	1,860г	$5{,}00\times10^{-6}$
$FeCl_3\times6H_2O$	-	0,122г	$4{,}51\times10^{-7}$

К 950 мл дистиллированной воды добавьте по 1мл каждого маточного раствора. Важно добавить Na_2ЭДТА перед $FeCl_3$ для предотвращения осаждения гидроксида железа. Доведите конечный объем до 1л (Andersen et al., 2005).

Среда C (модифицированная)

(Ichimura, 1971; Watanabe et al., 2000)

Эта среда была разработана для культивирования видов *Closterium* (отсюда C среда) и представляет собой модификацию среды для *Volvox* (Provasoli, Pintner, 1960) для выращивания десмидиевых водорослей. Эта среда хорошо подходит для культивирования хлорококковых водорослей, некоторых вольвоксовых (например, *Chlamydomonas, Carteria, Chloromonas, Hafniomonas, Haemotococcus*), десмидиевых (*Cosmarium, Cylindrocystis, Gonatozygon, Mesotaenium*), некоторых нитчатых зеленых водорослей (например, *Ulothrix, Uronema, Draparnaldia, Hyalotheca, Hydrodictyon, Stigeoclonium*) (Watanabe et al., 2000). Ниже перечислены несколько вариантов модификаций этой среды.

Компонент	Маточный раствор (г/л дистиллированной воды)	Используемое количество	Концентрация в конечной среде (моль)
Трис-буфер	-	0,50г	$4{,}13\times10^{-3}$
KNO_3	-	0,10г	$9{,}89\times10^{-4}$
$Ca(NO_3)_2\times4H_2O$	-	0,15г	$6{,}35\times10^{-4}$
Na_2β-глицерофосфат$\times5H_2O$	50	1мл	$1{,}63\times10^{-4}$
$MgSO_4\times7H_2O$	40	1мл	$1{,}62\times10^{-4}$
K_2HPO_4	1,74	1мл	$1{,}00\times10^{-5}$
Раствор микроэлементов		3мл	-
Раствор витаминов		1мл	-

К 900 мл дистиллированной воды добавьте трис-буфер, затем оставшиеся компоненты. Доведите объем раствора до 1л и автоклавируйте. pH конечного раствора - 7,5.

Модифицированный раствор микроэлементов для среды С

(Provasoli, Pintner, 1960; Watanabe et al., 2000)

Компонент	Маточный раствор (г/л дистиллированной воды)	Используемое количество	Концентрация в конечной среде (моль)
Na_2ЭДТА$\times$ $2H_2O$	-	1,000г	$8{,}06\times10^{-6}$
$FeCl_3\times6H_2O$	-	0,194г	$2{,}15\times10^{-6}$
$MnCl_2\times4H_2O$	36,00	1мл	$5{,}46\times10^{-7}$
$ZnCl_2$	10,44	1мл	$2{,}30\times10^{-7}$
$Na_2MoO_4\times$ $2H_2O$	12,62	1мл	$1{,}56\times10^{-7}$
$CoCl_3\times6H_2O$	4,04	1мл	$5{,}09\times10^{-8}$

К 950 мл дистиллированной воды добавьте ЭДТА и потом растворите каждую из солей. Доведите объем раствора до 1л.

Раствор витаминов для среды С

Компонент	Маточный раствор (г/л дистиллированной воды)	Используемое количество	Концентрация в конечной среде (моль)
Тиамин×HCl (витамин B_1)	-	10мг	$2{,}97\times10^{-8}$
Биотин (витамин H)	0,1	1мл	$4{,}09\times10^{-10}$
Цианокобаламин (витамин B_{12})	0,1	1мл	$7{,}38\times10^{-11}$

В 950 мл дистиллированной воды растворите витамин B_1 и затем добавьте по 1мл каждого маточного раствора. Доведите объем раствора до 1л. Стерилизуйте с помощью фильтрации и храните в замороженном состоянии (Andersen et al., 2005).

Среда CB (среда C с pH=9,0 с использованием бицина вместо трис-буфера). Используется для культивирования видов *Microcystis* (Watanabe et al., 2000).

Среда Csi (среда C с pH=7,0 с использованием 500мг HEPES вместо трис-буфера+100мг/л Na_2SiO_3 с концентрацией в конечном растворе $3{,}52\times10^{-4}$ M). Эта среда предназначена для выращивания диатомовых водорослей (Otsuki et al., 1987; Watanabe et al., 1987; Soma et al., 1993) и различных видов бентосных водорослей (Takamura et al., 1988, 1989).

Среда CT (среда C с pH=8,2 с использованием 400мг TAPS-буфера). Среда применяется для выращивания штаммов *Anabaena* (Li et al., 1998) и осцилляториевых цианобактерий (Suda et al., 2002).

Среда CYT (1 литр среды C+1г дрожжей+2г триптона). Эта среда способствует хорошему росту бесцветной криптомонады *Chilomonas paramaecium* Ehr. (Erata, Chihara, 1987).

Среда для проведения теста на загрязненность
(Watanabe et al., 2000)

Тестовая среда B-I: 1г протеазного пептона

Тестовая среда B-II: 5г экстракта дрожжей

Тестовая среда B-II: 5г пептона+ 3г мясного экстракта

Тестовая среда B-IV: 1г глюкозы+ 1г пептона

Тестовая среда B-V: 0,5 ацетата натрия+ 0,5г глюкозы +0,5г триптона +0,3г экстракта дрожжей

Тестовая среда YT: 1г жрожжей+2г триптона

Эти среды готовятся путем добавления органических компонентов к 1литру питательной среды для водорослей (которая будет использоваться для выращивания водорослей). Для олиготрофных бактерий нужно существенно уменьшать концентрации органических компонентов. В жидкую питательную среду необходимо добавить органические вещества, в бульон добавить агар (10-15г агара на 1 л бульона), нагреть до растворения агара. После растворения агара раствор автоклавировать и разлить в чашки Петри (Andersen et al., 2005).

Среда Кнопа

(г/л, применяется в разведениях ½, ¼, $^1/_{10}$, для зеленых водорослей):

$Ca(NO_3)_2$ – 0,25

$MgSO_4\times 7H_2O$ – 0,06

KH_2PO_4 – 0,06

KCl – 0,08

Fe_2Cl_6 – одна капля 1% раствора

Среда Прата

(г/л, для хранения коллекции культур):

KNO_3 – 0,10
K_2HPO_4 – 0,01
$MgSO_4 \times 7H_2O$ – 0,01
Агар-агар – 1,2%
$FeCl_3 \times 6H_2O$ – 0,001

Среда Тамия

(г/л, применяется в различных разведениях для зеленых водорослей):

KNO_3 – 5,0
$MgSO_4 \times 7H_2O$ – 2,50
KH_2PO_4 – 1,25
$FeSO_4 \times 7H_2O$ – 0,003
Раствор микроэлементов – 1 мл, ЭДТА – 0,037
Раствор микроэлементов (г/л): H_3BO_3 – 2,86; $MnCl_2 \times 4H_2O$ – 1,81; $ZnSO_4 \times 4H_2O$ – 0,222; MoO_3 – 176,4 мг/10л; NH_4VO_3 – 229,6 мг/10л

Среда Громова

(мг/л, универсальная среда, применяемая в разных разведениях):

KNO_3 – 100
K_2HPO_4 – 66,7
$MgSO_4 \times 7H_2O$ – 33,3
$ZnSO_4 \times 7H_2O$ – 0,022
$MnSO_4 \times 7H_2O$ – 1,81
$CuSO_4 \times 5H_2O$ – 0,079
$Na_3BO_3 \times 4H_2O$ – 2,63
$(NH_4)_6 \times Mo_7O_{24} \times 4H_2O$ – 1
$FeSo_4 \times 7H_2O$ – 9,3
$CaCl_2 \times 2\ H_2O$ – 1,2
$Co\ (NO_3)_2 \times H_2O$ – 0,02
ЭДТА – 10
Агар-агар – 1,5%

Среда Гиндака

(г/л, применяется в разведениях ¼ и 1/8
для интенсивного культивирования водорослей):

$(NH_4)_2CO_3$ – 3,0
$(NH_4)_2SO_4$ – 0,3
$MgSO_4 \times 7H_2O$ – 5,0
KH_2PO_4 – 2,5
H_3BO_3 – 0,06
$FeSO_4 \times 7H_2O$ – 0,04
$CaCl_2 \times 2H_2O$ – 0,04
$ZnSO_4 \times 7H_2O$ – 0,025
$MnSO_4 \times 7H_2O$ – 0,006
$Na_2MoO_4 \times 2H_2O$ – 0,005
$CuSO_4 \times 5H_2O$ – 0,008
$CoCl_2 \times 6H_2O$ – 0,002
ЭДТА – 0,37

Среда Шенборна
(г/л, для *Euglena viridis*):

NH_4NO_3 – 1,0
$MgSO_4 \times 7H_2O$ – 0,2
KH_2PO_4 – 0,2
$CaCl_2 \times 2H_2O$ – 0,1
$MnCl_2 \times 4H_2O$ – 0,0001
$Fe_2Cl_6 \times H_2O$ – 0,0025

Среда Бристоль в модификации Голлербаха
(г/л, для почвенных водорослей):

$NaNO_3$ – 0,25
KH_2PO – 0,25
$MgSO_4 \times 7H_2O$ – 0,15
$CaCl_2$ – 0,05
NaCl – 0,05
Fe_2Cl_6 – следы (3 капли 1%-го раствора)

Среда Артари
(г/л, для гипергалобных водорослей):

NaCl – 116,0
$MgSO_4 \times 7H_2O$ – 50,0
KNO_3 – 2,5
K_2HPO_4 – 0,2
$NaHCO_3$ – 1,0
Железо-аммиачные квасцы – следы
Относительная плотность среды – 1,1; pH 6 – 7
Эту среду, разбавленную до относительной плотности 1,02, можно использовать для выращивания солоноватоводных и морских водорослей.

Среда Дрю
(г/100мл, для азотфиксирующих синезеленых водорослей):

K_2HPO_4 – 0,02
$MgSO_4$ – 0,02
$CaCl_2$ – следы
$FeCl_3$ – следы
Вода дистиллированная – 100мл.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

Автотрофные организмы – организмы, использующие для построения своего тела углекислый газ в качестве единственного или главного источника углерода и обладающие как системой ферментов для ассимиляции углекислого газа, так и способностью синтезировать все компоненты клетки.

Агар – гелеобразная фракция клеточных стенок некоторых красных водорослей, состоящая из комплекса полисахаридов (в основном из ß-1,3-связанной D-галактозы и 1,4-связанной дегидро-L-галактозы). Используется для приготовления гелеобразных питательных среда для выращивания водорослей и бактерий.

Аксеничная культура – культура одного вида водорослей, свободная от всех загрязнителей, включая вирусы.

Альгологически чистая культура - культура, содержащая только одну систематическую форму водорослей, но не очищенная от бактерий и грибов. Образец культуры - совокупность индивидов, выращиваемых в одной склянке.

Антибиотики – специфические химические вещества, образуемые микроорганизмами и способные в малых количествах оказывать избирательное токсическое действие на другие микроорганизмы и на клетки злокачественных опухолей.

Аэрофильные водоросли – «воздушные» водоросли, получающие все необходимые вещества из атмосферы. Обычно обитают на коре деревьев, скалах, камнях.

Бактерии – микроорганизмы с прокариотным типом строения клетки. Традиционно под собственно бактериями подразумевают одноклеточные или объединенные в организованные колонии палочки и кокки, неподвижные или со жгутиками, противопоставляя их морфологически более сложным прокариотам – актиномицетам, цианобактериям, спирохетам, микособактериям, почкующимся бактериям, риккетсиям.

Бентос – совокупность организмов, обитающих на грунте и в грунте морских и континентальных водоемов. Бентос делят на растительный (фитобентос) и животный (зообентос).

Бурые водоросли (Phaeophyta) – отдел водорослей. Многоклеточные, преимущественно макроскопические водоросли длиной до 60м. Слоевища желтовато-бурые из-за большого количества фукоксантина и других ксантофилловых пигментов, содержат хлорофиллы а и с. В клеточных стенках – альгиновая кислота и фукоидин. Цитоплазма включает физоиды – пузырьки с дубильными веществами. Запасные вещества – ламинарин и маннитол, реже масло. Для бурых водорослей характерны: многоклеточ-

ные волоски с базальной зоной роста; многогнездные вместилища, функционирующие как гаметангии или спорангии; зооспоры и гаметы с двумя жгутиками, прикрепленными сбоку. Половой процесс – изо-, анизо- или оогамия. Цикл развития изоморфный (более древний) или гетероморфный. Растут во всех морях, в холодных водах образуют густые заросли.

Виды – это группы скрещивающихся естественных популяций, репродуктивно изолированных от других групп.

Вирус – облигатный паразит неклеточной природы, состоящий из протеиновой оболочки и имеющий размер от 20 до 400нм.

Гамета – гаплоидная стадия размножения.

Гаметофит – половое поколение в жизненном цикле растений, развивающихся с чередованием поколений. Гаметофит образуется из споры, имеет гаплоидный набор хромосом.

Гаплоид – клетка с одним набором хромосом: одна копия основных генетических признаков видов.

Гетеротрофные организмы – организмы, использующие в качестве источника углерода готовые органические вещества. К ним относятся все животные, грибы, большинство бактерий, а также бесхлорофилльные наземные растения и водоросли.

Гетероциста – клетка синезеленых водорослей, отличающаяся от нормальных вегететавных клеток благодаря утолщенным клеточным стенкам и желтоватой окраске, участвует в азотфиксации.

Грибы – низшие эукариоты, одно из царств живых организмов. Своеобразие грибов определяется сочетанием признаков как растений (неподвижность, неограниченный верхушечный рост, способность к синтезу витаминов, наличие клеточных стенок), так и животных (гетеротрофный тип питания, наличие хитина в клеточных стенках, запасных углеводов в форме гликогена, образование мочевины, структура цитохрома), а также особым циклом развития (смена ядерных фаз, наличие дикарионов, гетерокариоза, парасексуального процесса).

Дезинфекция – процесс или процедура, уничтожающая или уменьшающая число патогенных микроорганизмов.

Диатомовые водоросли, диатомеи (Bacillariophyta) – кремнистые водоросли, отдел водорослей. Одноклеточные, микроскопические (от 4 до 2000 мкм), одиночные или колониальные организмы. Характерная особенность – наличие твердой двустворчатой кремнеземной оболочки – панциря. Хлоропласты содержат хлорофиллы a и b и фукосксантин, придающий диатомеям бурый цвет. Запасные вещества – масло, волютин и хризоламинарин. Размножаются делением и половым путем (изогамия безжгутиковых гамет, конъюгация, автогамия или оогоамия). Широко распространены в континентальных водоемах, морях, почве. Диатомовые водоросли – важнейшие продуценты органического вещества, они создают около 25% мировой первичной продукции, создаваемой растениями.

Динофитовые водоросли (Dinophyta) – отдел водорослей. Объединяет представителей нескольких морфологических типов, из которых доминирует монадный – одноклеточные двужгутиковые организмы (часто называемые динофлагеллятами). Расположенный вдоль продольной оси клетки жгутик сообщает ей поступательное движение, второй, перпендикулярный первому, – вращательное движение. Хлоропласты бурые, содержат хлорофиллы a и c, а также ксантофилл. Некоторые представители динофитовых водорослей могут питаться гетеротрофно. Есть бесцветные формы; некоторые паразитируют на водных организмах.

Динофлагелляты – монадные формы динофитовых водорослей.

Диплоид – клетка с двумя наборами хромосом: две копии основных генетических признаков видов.

Дрожжи – сборная группа грибов, не имеющих типичного мицелия и существующая в виде отдельных почкующихся или делящихся клеток и их колоний.

Желатин – студнеобразующее вещество, продукт денатурации коллагена. Получают вываривaнием костей, хрящей, сухожилий.

Желтозеленые водоросли (Xanthophyta) – отдел водорослей. Морфологически разнообразная группа – одно- и многоклеточные, прикрепленные и свободноплавающие, монадные, амебоидные, коккоидные, нитчатые, пластинчатые, сифональные организмы. Комбинация содержащихся в желтозеленых водорослях пигментов (хлорофиллы a и c, α- и ß-каротины, ксантофиллы) определяют их окраску – светло- или темно-желтую, реже зеленую и голубую. Вегетативное размножение – делением, бесполое – зоо- и апланоспорами (у некоторых половой процесс – изогамия). Желтозеленые водоросли – представители планктона, реже в морях, поселяются также на влажной почве.

Зеленые водоросли (Chlorophyta) – отдел водорослей, объединяющий одноклеточные, колониальные, многоклеточные (нитевидные и пластинчатые) и неклеточного строения (сифоновые водоросли). Подвижные формы с 2-4 жгутиками и светочувствительным глазком. Клетки большей частью с целлюлозной оболочкой. Сходны с высшими растениями: содержат те же пигменты (хлорофиллы a и b, каротины, ксантофиллы), запасное питательное вещество – крахмал, тот же состав ферментов, участвующих в фотосинтезе. Как и для высших растений, для зеленых водорослей характерно правильное чередование поколений – бесполого (размножение зоо- и апланоспорами, акинетами) и полового (изо-, анизо-, оогамии, конъюгация). В настоящее время обнаружено много признаков, доказывающих филогенетическое происхождение наземных растений от зеленых водорослей (по результатам электронно-микроскопических и молекулярно-генетических исследований). Распространены преимущественно в пресных водах, обитают и в морях. Некоторые представители обитают в почве, на скалах, коре деревьев, являются симбионтами лишайников и животных.

Зигота – клетка, образованная в результате слияния двух гамет или половых клеток.

Изогамия – морфологическое состояние, при котором женские и мужские гаметы имеют одинаковую морфологию.

Изогамный – способ размножения, при котором организм производит морфологически идентичные гаметы.

Изолят – совокупность особей одного вида, выделенных из одной или нескольких клеток.

Изоляция – процесс отбора одной или более клеток и выделение их в культуру, в идеале культура должна быть выделена из одной клетки без загрязнителей.

Инокулят – группа живых клеток или организмов, используемых для начала новой культуры водорослей после пересева в свежую питательную среду или для инициации новой популяции в природе.

Клональная культура – штамм культуры, выделенный из одиночной клетки, которая может размножаться с помощью гомоталломного полового процесса (гетерозиготные аллели изменяются в ходе мейоза, которые после этого перестают быть истинными клонами). Необходимо отметить, что не всегда возможно однозначно установить, размножается ли штамм половым путем. Поэтому предположение о половом размножении новых изолятов следует делать с большой осторожностью.

Кокки – бактерии шаровидной формы. Таксономического значения термин не имеет, так как описывает только форму микроорганизма.

Контаминант – организм, вызывающий загрязнение.

Красные водоросли, багрянки (Rhodophyta) – отдел водорослей. Слоевища многоклеточные, реже одноклеточные (у бангиевых), сложного морфологического и анатомического строения. Хлоропласты содержат хлорофиллы a и b, каротиноиды и специфические пигменты – фикобилины, различное сочетание которых определяет окраску красных водорослей – от ярко-красной до голубовато-зеленой и желтой. Запасное вещество – багрянковый крахмал, близок к амилопектину и гликогену. Жгутиковые стадии отсутствуют (характерное отличие от других групп водорослей). Размножение вегетативное, половое (оогамия) и бесполое. Женские половые органы – карпогоны – развиваются на концах карпогонных нитей, строение и характер образования которых – одни из главных систематических признаков. Спорофиты и гаметофиты сходного или разного строения. Обитают преимущественно в морях. На больших глубинах часто преобладают над другими группами водорослей.

Криопрезервация – процесс хранения живых организмов или их частей при ультранизкой температуре (обычно ниже -130˚С) с сохранением способности самовосстановления после оттаивания.

Культура – совокупность всех водорослей, выделенных из одного источника и выращиваемых в одной или разных склянках.

Литические вирусы – вирусы, вызывающие разрушение клеток хозяина.

Лишайники (Lichens) – организмы, образованные симбиозом гриба (микобионт) и водоросли (фикобионт); традиционно относятся к низшим растениям.

Макроэлементы – химические элементы, содержащиеся в организме в высоких концентрациях. К ним относят углерод, азот, кислород, фосфор, кальций и калий.

Мейоз – деление клетки, в результате которого образуются дочерние клетки, каждая из которых содержит половину материнского набора хромосом.

Микроорганизмы – микробы, мельчайшие организмы, различимые только под микроскопом. Открыты в XVII веке А.Левенгуком. Среди микроорганизмов – представители разных царств органического мира, относящиеся к прокариотам (бактерии, к которым причисляют и синезеленые водоросли, архебактерии) и эукариотам (микроскопические грибы, водоросли, простейшие).

Микроэлементы – химические элементы, содержащиеся в организмах в низких концентрациях (обычно тысячные доли процента и ниже) и необходимые для их нормальной жизнедеятельности. Насчитывается свыше 30 микроэлементов – металлов (алюминий, железо, медь, марганец, цинк, молибден, кобальт, никель и другие) и неметаллов (йод, селен, бром, фтор, мышьяк, бор).

Миксобактерии – порядок грамотрицательных бактерий, обладающих скользящим движением и образующие плодовые тела и миксоспоры.

Миксотрофные микроорганизмы – организмы, способные сочетать одновременно различные типы питания (обмена веществ). Например, многие пурпурные бактерии используют углекислый газ по автотрофному типу и ассимилируют органические соединения; некоторые хемолитотрофные бактерии могут одновременно окислять органические и неорганические вещества.

Обогащенные культуры – природные образцы или вновь выделенные культуры с добавленными питательными веществами, обычно содержат несколько видов водорослей и загрязнителей.

Одновидовая культура – культура, которая содержит один вид водорослей, но может содержать различные фенотипы водорослей и загрязнителей (например, бактерий); обычно эта культура не содержит грибы.

Парафильм – прозрачная пленка, пропускающая воздух, но не пропускающая микроорганизмы. Используется для сохранения стерильности пробирок и чашек Петри.

Пастеризация – нагревание жидкости до температуры от 66 до 80˚С, в течение по 30 минут с последующим быстрым охлаждением до температуры менее 10˚С

Пептон – продукт гидролиза белков.

Пикопланктон – фракция планктона диаметром менее 2-3мкм. Первоначально этот термин использовался для обозначения планктона размером 0,2-2мкм; для обозначения более мелких вирусов используется понятие «фемтопланктон». Термин «ультрапланктон» обычно используется для обозначения планктона 0,2-5мкм.

Покой – период времени между образованием и прорастанием цисты.

Популяция – совокупность особей одного вида, обладающих общим генофонодом и занимающих общую территорию.

Почвенные водоросли – совокупность нескольких экологических группировок водорослей, жизнь которых связана с почвой как средой обитания. Почвенные водоросли включают наземные водоросли, которые лишь при благоприятных условиях в массовых количествах разрастаются на поверхности почвы; водно-наземные, разрастающиеся на поверхности постоянно влажной почвы; собственно почвенные водоросли, населяющие толщу почвенного слоя.

Прокариоты – организмы, клетки которых не имеют ограниченного мембраной ядра – все бактерии, включая архебактерии и цианобактерии. Аналог ядра – структура, состоящая из ДНК, белков и РНК. Генетическая система прокариот (генофор) закреплена на клеточной мембране и соответствует примитивной мембране. При удвоении генофора две его копии расходятся, увлекаемые растущей клеточной мембраной. Митоз у прокариот отсутствует. Они лишены хлоропластов, митохондрий, аппарата Гольджи, центриолей, имеющихся у эукариот. Рибосомы прокариот отличаются по числу белков и коэффициенту седиментации от цитоплазматических рибосом эукариот. Основной структурный компонент клеточной стенки у многих прокариот – гликопротеид муреин. Прокариоты способны осуществлять ряд специфических физиологических процессов, например, некоторые прокариоты способны фиксировать атмосферный азот. По строению клетки прокариоты противопоставляют эукариотам, к которым относят все остальные организмы. Различия между прокариотами и эукариотами так существенны, что в системе организмов их выделяют в надцарства.

Растущая циста – первоначально неподвижная гипнозигота с устойчивой внешней оболочкой.

Симбиоз – различные формы совместного существования разноименных организмов, составляющих симбионтную систему.

Синезеленые водоросли (Cyanophyta, или Cyanomycota) – цианеи, отдел водорослей. По строению клеток, включая организацию ядерного аппарата, их составу и генетическим свойствам относятся к прокариотам. На этом основании их относят к бактериям и называют цианобактериями. Полагают также, что царство (надцарство) прокариот имеет две ветви Вас-

teria и Cyanophyta. Основанием служит наличие у Cyanophyta типичных водорослевых пигментов и более сложна по сравнению с бактериями структура. Одновременно Cyanophyta включаются в ботаническую классификацию, которая является филогенетической. Фотосинтезирующие организмы, содержат хлорофилл а, каротиноиды и особые пигменты фикобилипротеиды, которые обнаружены еще только у красных водорослей и криптомонад. Окраска сине-зеленая или розоватая. Одноклеточные и многоклеточные (нитчатые), микроскопические, но часто образуют крупные скопления в виде корок и кустиков высотой до 20см (в тропических морях). Размножаются делением (одноклеточные), спорами, акинетами и фрагментами нитей (гормогониями). Растут в самых разнообразных условиях в воде и на суше. У многих видов обнаружена способность к азотфиксации. Синезеленые водоросли являются пионерами жизни в крайних условиях существования (в горах, в Арктике и Антарктиде). Часто вступают в симбиотические отношения с другими микроорганизмами.

Спорофит – бесполое поколение растений, жизненный цикл которых проходит с ритмическим чередованием половой и бесполой фаз (поколений); продуцирует споры. Спорофит образуется после оплодотворения – слияния мужской и женской гаплоидных гамет в диплоидную зиготу, из которой развивается многоклеточный зародыш, дающий начало взрослому растению.

Стерилизация – процесс или процедура установления асептических условий, направленная на уменьшение числа или уничтожения всех микроорганизмов. Существует 4 основных вида стерилизации: нагревание, стерилизация электромагнитным излучением, фильтрация и химическая стерилизация.

Таксономия – раздел систематики, теория и практика классификации организмов. Термин предложен в 1813 году О.Декандолем. Иногда его употребляют как синоним систематики и классификации, однако обычно систематику понимают как науку о разнообразии организмов и взаимоотношении между ними, а таксономию – как раздел этой науки, посвященный принципам, методам и правилам классификации.

Тиндаллизация – подобна стерилизации, однако отличается повторяемостью процесса: нагревание жидкости обычно от 66 до 80˚С, в течение 30 минут, с последующим быстрым охлаждением до температуры менее 10˚С и хранение в охлажденном состоянии до следующего дня; эта процедура повторяется трижды.

Фототаксис – движение организмов по направлению к источнику света.

Хелат – прочный комплекс между органическим лигандом и металлом.

Хелатирование – реакция металла с органическим лигандом с образованием хелата.

Хелатор – органический лиганд, который образует устойчивый комплекс с ионами металла.

Хроническая инфекция – постоянное воспроизводство инфицирующего вируса в результате выживания инфицированного хозяина.

Циста – стадия размножения водорослей, покрытая оболочкой, устойчивой к условиям окружающей среды.

Штамм - это генетически однородная культура в пределах данного вида водорослей, обладающая специфическими отличительными признаками, однако не достигающими уровня таксономических различий.

Эвгленовые водоросли (Euglenophyta) – отдел водорослей. Одноклеточные микроскопические (длиной от 4 до 500мкм) подвижные организмы, реже прикрепленные и колониальные. Не имеют настоящей оболочки; защитную роль выполняет наружный слой экзоплазмы – перипласт. Некоторые виды заключены в плотный «домик», пропитанный солями железа и марганца. На переднем конце клетки углубление (глотка), из которого выходят 1-2 жгутика. Имеются глазок и пульсирующие вакуоли. Хлоропласты содержат хлорофиллы a и b. Способны к миксотрофному питанию. Существуют бесцветные виды, питающиеся осмо- и фаготрофно. Запасное вещество – парамилон. Размножение делением. Некоторые представители при неблагоприятных условиях образую цисты. Половой процесс достоверно неизвестен. Обитают в основном в небольших пресных, преимущественно эвтрофных водоемах, многие участвуют в самоочищении водоемов.

ЭДТА – этилендиаминтетрауксусная кислота, хелатор, используемый в буферных системах, содержащих ионы металлов.

Эппендорф – пластиковая пробирка с крышкой. Используется при проведении молекулярно-генетических исследований и транспортировки культур водорослей.

Эукариоты – организмы, клетки которых содержат оформленные ядра. К эукариотам относятся все высшие животные и растения, а также одноклеточные и многоклеточные водоросли, грибы и простейшие. Ядерная ДНК у эукариот заключена в хромосомах, обычно не кольцевидная, соединена с гистонами и, как правило, образует серию клубочков вокруг октомеров гистонов – нуклеосом. Эукариоты обладают ограниченными мембраной клеточными органоидами (иногда с собственной ДНК) – хлоропластами, митохондриями и др. В систематике эукариоты выделяют в надцарство Eucaryota и противопоставляют прокариотам.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ 3

ГЛАВА 1. ИСТОРИЧЕСКИЙ ОЧЕРК О РАЗВИТИИ МЕТОДОВ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ВОДОРОСЛЕЙ..... 5

1.1. Культивирование водорослей в XIX веке..... 5

1.2.Культивирование водорослей в XX веке 8
1.2.1. Обычное культивирование водорослей 8
1.2.2. Массовое культивирование микроводорослей 16
1.2.3.Культивирование морских водорослей..... 17
1.2.4.Криопрезервация..... 18

ГЛАВА 2. КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ВОДОРОСЛЕЙ..... 19

2.1. Материалы..... 19
2.1.1. Химикаты 19
2.1.2. Оборудование 19
2.1.3. Посуда 19
2.1.4. Вода 20
2.1.5. Агар..... 21
2.1.6. Почва 21

2.2.Маточные растворы 22
2.2.1.Общие комментарии 22
2.2.2.Макроэлементы 23
2.2.3.Микроэлементы..... 24
2.2.3.1.Приготовление отдельных растворов 24
2.2.3.2.Смешанный маточный раствор (рабочий маточный раствор)..... 24
2.2.4.Витамины 25
2.2.4.1.Приготовление отдельных растворов витаминов 25
2.2.4.2.Смешанный маточный раствор витаминов 26

2.3. Общие методы приготовления питательных сред..... 26
2.3.1.Синтетические среды..... 27
2.3.2.Обогащенные среды..... 27
2.3.3. Почвенная вытяжка..... 28
2.3.4.Твердые питательные среды 29
2.3.4.1.Стандартный питательный агар..... 29
2.3.4.2.Питательные чашки с агаром 30

2.4. Рецепты питательных сред 30

ГЛАВА 3. МИКРОСКОП И ТЕХНИКА МИКРОСКОПИРОВАНИЯ . 31

3.1.Устройство микроскопа 31
3.1.1.Механическая часть микроскопа 31
3.1.2.Оптическая часть микроскопа 32

3.2.Основные технические характеристики микроскопа 37
3.2.1.Увеличительная способность микроскопа 37
3.2.2.Разрешающая способность микроскопа 38

3.3.Работа с микроскопом 38
3.3.1.Общие правила работы с микроскопом 38
3.3.2. Установка освещения 39
3.3.3.Настройка микроскопа для работы при малом увеличении 39
3.3.4. Настройка микроскопа для работы при большом увеличении 40
3.3.5. Работа с иммерсионной системой микроскопа 41

3.4. Измерение объектов 41

ГЛАВА 4. МЕТОДЫ СТЕРИЛИЗАЦИИ 43

4.1.Общие представления о стерилизации 43

4.2.Процедура предварительной стерилизации 46
4.2.1.Стерилизация новой посуды 46
4.2.2.Стерилизация грязной посуды 46
4.2.3.Стерилизация стеклянных пипеток 47

4.3.Стерилизация питательных сред 48
4.3.1.Стерилизация маточных растворов 48
4.3.2.Стерилизация жидких питательных сред 48
4.3.3.Стерилизация агаровых питательных сред 48

4.4.Способы стерилизации 49
4.4.1.Автоклавирование 49
4.4.2.Стерилизация сухим жаром 51
4.4.3.Пастеризация и тиндаллизация 52
4.4.4.Стерилизация фильтрацией 53
4.4.5.Стерилизация с помощью микроволновой печи 54
4.4.6.Стерилизация с помощью ультрафиолетового облучения 55
4.4.7.Стерилизация с использованием отбеливателя 55
4.4.8.Стерилизация с помощью оксида этилена 56

4.5.Хранение стерилизованных материалов 56

4.6.Процедуры пересева культур в стерильных условиях 56
4.6.1.Стерильные комнаты 56

4.6.2.Пересадка жидких культур водорослей 58
4.6.3.Пересадка агаровых культур 64

4.7.Оценка стерильности 66

ГЛАВА 5. МЕТОДЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ВОДОРОСЛЕЙ В КУЛЬТУРУ .. 68

5.1.Общие понятия о методах выделения водорослей 68

5.2.Факторы, влияющие на выделение водорослей 68

5.3.Отбор образцов 69

5.4.Оборудование и материалы 70
5.4.1.Микроскопы 70
5.4.2.Фильтры и сита 72
5.4.3.Посуда 73
5.4.4.Камеры для выращивания водорослей 75

5.5.Среды, используемые при выделении водорослей 75

5.6.Стандартные методы выделения водорослей 76
5.6.1.Накопительные культуры 76
5.6.2.Выделение клеток с помощью микропипетки 78
5.6.3.Выделение клеток с использованием агара 83
5.6.3.1.Посев штрихом 83
5.6.3.2.Культивирование водорослей внутри агара 84
5.6.3.3.Методика автоматизированного распыления 85
5.6.3.4.Выделение водорослей методом перемещения через агар 85
5.6.4.Метод разбавления 85
5.6.5.Разделение водорослей центрифугированием и осаждением 87
5.6.6.Выделение с использованием фитотаксиса 88

5.7.Специальные методы выделения водорослей 89
5.7.1.Выделение пикопланктона 89
5.7.2.Выделение водорослей, прикрепленных к субстрату 91
5.7.3.Выделение аэрофильных водорослей 91
5.7.4.Выделение эпифитов после обработки ультразвуком 92
5.7.5.Выделение водорослей, живущих в песке 92
5.7.6.Выделение цист из осадков 93
5.7.7.Выделение водорослей, обитающих в проточных водоемах 94
5.7.8.Удаление диатомовых водорослей с помощью диоксида германия 94
5.7.9.Удаление синезеленых водорослей с помощью антибиотиков 95

ГЛАВА 6. МЕТОДИКА ПОЛУЧЕНИЯ АЛЬГОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ КУЛЬТУР МИКРОВОДОРОСЛЕЙ..... 96

6.1. Основные условия очистки культур..... 96

6.2. Оборудование для культивирования и питательные среды 99

6.3. Методы и техники очистки..... 100
6.3.1. Очистка с использованием разницы в размере и фильтрация..... 100
6.3.2. Дифференциальное центрифугирование 101
6.3.3. Использование ультразвука и перемешивание 101
6.3.4. Очистка путем разведения 103
6.3.5. Агаровые чашки 103
6.3.6. Очистка с помощью микропипеток..... 104
6.3.7. Использование антибиотиков 105
6.3.8. Очистка с помощью ультрафиолетового облучения 106
6.3.9. Проверка загрязненности 106

ГЛАВА 7. ОРГАНИЗАЦИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ КОЛЛЕКЦИИ КУЛЬТУР ВОДОРОСЛЕЙ 107

7.1. Значение коллекций культур водорослей..... 107

7.2. Организация функционирования коллекций культур 108
7.2.1. Методики пересева..... 108
7.2.2. Пересев агаризованной среды..... 109
7.2.3. Пересев жидкой культуры..... 109
7.2.4. Пересев нитчатых водорослей 109
7.2.5. Условия культивирования..... 110
7.2.6. Выбор среды культивирования..... 110
7.2.7. Свет и температура 111
7.2.8. Частота пересевов 112
7.2.9. Определение оптимальных условий культивирования для новых изолятов..... 113
7.2.10. Установки для культивирования 113
7.2.11. Оборудование и условия, необходимые для постоянного культивирования 113
7.2.12. Поддержание порядка в хранении культур 116

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ..... 117

ПРИЛОЖЕНИЕ 1..... 128

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ 140

Учебное издание

Л.А. ГАЙСИНА, А.И. ФАЗЛУТДИНОВА, Р.Р.КАБИРОВ

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ВЫДЕЛЕНИЯ И КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ВОДОРОСЛЕЙ

Редактор Т.В. Подкопаева

Технический редактор И.В. Пономарев

Лиц. на издат. деят. Б848421 от 03.11.2000 г. Подписано в печать 21.12.2008.
Формат 60Х84/16. Компьютерный набор. Гарнитура Times.
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. – 9,5. Уч.-изд. л. – 9,3.
Тираж 100 экз. Заказ №

ИПК БГПУ 450000, г.Уфа, ул. Октябрьской революции, 3а

ТЕСТОВЫЕ МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ

Практикум



Уфа 2013

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. М.АКМУЛЛЫ»

ТЕСТОВЫЕ МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ

Практикум

УФА 2013

УДК 251
ББК 545
Т24

Печатается по решению учебно-методического совета Башкирского государственного педагогического университета им. М.Акмуллы

Тестовые методики исследования компьютерной зависимости: практикум /сост. Р.С.Мусалимова, Р.Р.Ахмадеев [Текст] – Уфа: Изд-во БГПУ, 2013. – 60с.

В практикуме представлены тестовые методики отечественных и зарубежных авторов для качественной и количественной оценки компьютерной зависимости.

Пособие рассчитано для студентов-бакалавров, обучающихся по направлению 050100 Педагогическое образование, профиль Физическая культура, безопасность жизнедеятельности при изучении дисциплины «Информационно-образовательная среда и здоровье».

Составители: Р.С.Мусалимова, канд. биол. наук, доцент;
Р.Р.Ахмадеев, д-р. мед. наук, проф.

Рецензенты: В.В.Курунов, канд. психол. наук, доцент (БГПУ);
А.С.Ванесян, д-р. мед. наук, проф. (БГУ).

©Издательство БГПУ, 2013

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования компьютерной зависимости обусловлена, прежде всего, масштабами распространения компьютерных технологий, интенсивностью и продолжительностью пользования компьютерами, а также ростом числа лиц, нерационально использующих гаджеты.

Подчеркивая актуальность проблемы, одна из основательниц учения об интернетзависимости Кимберли Янг еще в 1996 году отмечала, что в обсуждаемый процесс вовлечены до 10% пользователей Интернета (Young, 1996), а спустя некоторое время эта же автор уже писала о том, что распространенность интернетзависимости достигла эпидемических масштабов (Янг, 2000). Нерациональное пользование компьютером становится реальным фактором угрозы психическому здоровью населения (Бурова и соавт., 2000).

Более того, в настоящее время растет количество данных об использовании Интернета разрушительным для себя образом (Morahan-Martin, 2007; 2008). Специалисты по психическому здоровью отмечают, что для некоторых людей действительно характерна патологическая обсессивная привязанность к компьютерам и киберпространству (Сулер, 1999).

Таким образом, охрана здоровья пользователей компьютерами приобретает еще один важный аспект – профилактику компьютерной зависимости. Вместе с тем, актуальным является оценка характера и выраженности этой зависимости. Разработанные к настоящему времени методы исследования зависимости от Интернет обладают рядом существенных погрешностей и недостатков (Войскунский, 2004).

Исходя из вышеизложенного, в настоящем практикуме собраны тестовые методики для качественной и количественной оценки разнообразных форм компьютерной зависимости, а также некоторых других форм аддикций.

Рассмотренные методики не требуют использования специальной аппаратуры, позволяют проводить массовые исследования и дают возможность для интерпретации особенностей интернетзависимого поведения.

Тесты и методики сопровождаются подробным описанием и «ключами», что облегчает проведение исследований.

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ

Краткий тест К.Янг

Характеристика теста. В 1994 году профессор психологии Питсбургского университета в Брэтфорде доктор Кимберли Янг (Kimberly Young) разработала и опубликовала на сайте тест-опросник, направленный на выявление интернетзависимости. Краткий тест К.Янг, состоит из 8 вопросов (Young, 1996; Радюк, 2004; Юрьева и соавт., 2006).

Цель исследования. Выявление интернетзависимости.

Оборудование. Бланк с тестом.

Инструкция. Внимательно прочитайте вопросы и постарайтесь максимально откровенно ответить на них. На каждый вопрос Вы можете ответить *«Да»* либо *«Нет».*

Тест

1. Чувствуете ли Вы себя озабоченным Интернетом (думаете ли Вы о предыдущих он-лайн сеансах и предвкушаете ли последующие)?
2. Ощущаете ли Вы потребность в увеличении времени, проведенного в Сети?
3. Были ли у Вас безуспешные попытки контролировать, ограничить или прекратить использование Интернета?
4. Чувствуете ли Вы себя усталым, угнетенным или раздраженным при попытках ограничить или прекратить пользование Интернетом?
5. Находитесь ли Вы он-лайн больше, чем предполагали?
6. Были ли у Вас случаи, когда Вы рисковали получить проблемы на работе, учебе или в личной жизни из-за Интернета?
7. Случалось ли Вам лгать членам семьи, врачам или другим людям, чтобы скрыть время пребывания в Сети?
8. Используете ли Вы Интернет для того, чтобы уйти от проблем или от дурного настроения (например, от чувства беспомощности, виновности, раздраженности или депрессии)?

Оценка результатов. Интернетзависимым считается тестируемый в случае пяти или более положительных ответов на вопросы.

Тест на интернетзависимость В.А.Лоскутовой

Характеристика теста. Кимберли Янг также создала опросник из двадцати вопросов, который базируется на критериях диагностики компульсивного гэмблинга и алкоголизма (Юрьева и соавт., 2006). Современная версия данного теста, переведенная и адаптированная В.А.Лоскутовой

(Буровой), включает 20 вопросов со следующими вариантами ответов и баллами: никогда или крайне редко – 1 балл, иногда – 2 балла, регулярно – 3 балла, часто – 4 балла, всегда – 5 баллов. Тест позволяет получить уже более точную количественную оценку интернетзависимости в баллах от 20 до 100 (чем выше результат – тем более выражена зависимость). Сумма баллов 20-49 соответствуют уровню обычного пользователя Интернета, который умеет себя контролировать; 50-79 баллов – наличие некоторых проблем, связанных с чрезмерным увлечением Интернетом; 80-100 баллов – можно предположить наличие значительных проблем в связи с использованием Интернета (Лоскутова, 2011).

Кроме того, В.А.Лоскутова дополнила вышерассмотренный тест и выделила в нем две части. Расширенный вариант теста содержит в себе 20 вопросов в первой части (шкалы с баллами: 1 – никогда или крайне редко; 2 – иногда; 3 – регулярно; 4 – часто; 5 – всегда) и 20 – во второй (шкалы с баллами: 1 – да; 0 – нет) относительно пользования Интернетом. Результаты получаются при помощи суммирования баллов ответов. Чем больше суммарный балл, тем выше уровень зависимости и проблем, которые возникают из-за использования Интернетом.

Анкета имеет общую шкалу для оценки результатов:

– до 49 баллов – Вы обычный пользователь Интернета. Можете путешествовать по сети сколь угодно долго, т.к. умеете контролировать себя.

– 50-79 баллов – у Вас есть некоторые проблемы, связанные с чрезмерным увлечением Интернетом. Если Вы не обратите на них внимания сейчас – в дальнейшем они могут заполнить всю Вашу жизнь.

– 80-100 баллов – использование Интернета вызывает значительные проблемы в Вашей жизни. Требуется помощь специалиста-психотерапевта.

–более 100 баллов – проверьте правильность заполнения теста. Если результат повторится – увы, Вы страдаете интернетзависимостью и Вам необходима помощь психотерапевта (Тест …, 2008; Лоскутова, 2011).

Цель исследования. Количественная оценка интернетзависимости.

Оборудование. Бланк с тестом.

Инструкция. Ответьте на вопросы теста, выбрав тот вариант ответа, который является наиболее подходящим для Вас.

Тест

Вводная часть.

Возраст, лет ____

Пол: *м/ж*

Стаж в Интернет: *до 3 месяцев*
3-6 месяцев
6 месяцев – год
1 год
2 года
3 года
4 года
5 лет и более

Социальный статус: *учащийся*
работающий
безработный

Семейное положение: *женат/замужем холост/не замужем*

Дети: *есть/нет*

Ваше образование: *высшее*
неполное высшее
среднеспециальное
среднее
неполное среднее

Ваше местожительство*: город/ село*

Название Вашего населенного пункта _____

Ваш уровень доходов: *до 2000 рублей в год*
от 2 до 20 тысяч
от 20 до 50 тысяч
более 50 тысяч

Используете ли Вы Интернет для работы?: *да/ нет*

Можете ли Вы назвать себя «специалистом по компьютерным сетям»? *да/ нет*

Можете ли Вы сказать о себе: «Да, я гуманитарий» *да/ нет*

Бывали ли у Вас в жизни периоды, когда Вы злоупотребляли алкоголем, наркотиками или любыми другими веществами, изменяющими состояние сознания? *да/ нет*

Бывали ли у Вас в жизни периоды, когда Вы «с головой» уходили в компьютерные игры? *да/ нет*

Бывало ли так, что из-за проблем в личной жизни у Вас появлялись суицидальные мысли? *да/ нет*

Часть 1.

Варианты ответов: никогда 1; иногда 2; регулярно 3; часто 4; всегда 5.

1. Часто ли Вы замечаете, что проводите он-лайн больше времени, чем намеревались?

никогда иногда регулярно часто всегда

2. Часто ли Вы пренебрегаете домашними делами, чтобы провести больше времени в сети?

никогда иногда регулярно часто всегда

3. Часто ли Вы предпочитаете пребывание в сети интимному общению с партнером?

никогда иногда регулярно часто всегда

4. Часто ли Вы заводите новые знакомства с пользователями Интернет, находясь он-лайн?

никогда иногда регулярно часто всегда

5. Часто ли окружающие интересуются количеством времени, проводимым Вами в сети?

никогда иногда регулярно часто всегда

6. Часто ли страдают Ваши успехи в учёбе или работе, так как Вы слишком много времени проводите в сети?

никогда иногда регулярно часто всегда

7. Часто ли Вы проверяете электронную почту раньше, чем сделать что-то другое, более необходимое?

никогда иногда регулярно часто всегда

8. Часто ли страдает Ваша производительность труда из-за увлечения Интернетом?

никогда иногда регулярно часто всегда

9. Часто ли Вы занимаете оборонительную позицию и скрытничаете, когда Вас спрашивают, чем Вы занимаетесь в сети?

никогда иногда регулярно часто всегда

10. Часто ли Вы блокируете беспокоящие мысли о Вашей реальной жизни, утешительными мыслями об Интернете?

никогда иногда регулярно часто всегда

11. Часто ли Вы обнаруживаете себя предвкушающим, как вновь окажетесь в Интернете?

никогда иногда регулярно часто всегда

12. Часто ли Вы ощущаете, что жизнь без Интернета скучна, пуста и безрадостна?

никогда иногда регулярно часто всегда

13. Часто ли Вы ругаетесь, кричите или иным образом выражаете свою досаду, когда кто-то пытается отвлечь Вас от пребывания в сети?

никогда иногда регулярно часто всегда

14. Часто ли Вы пренебрегаете сном, засиживаясь в Интернете допоздна?

никогда иногда регулярно часто всегда

15. Часто ли Вы предвкушаете, чем займетесь в Интернете, находясь офлайн, или фантазируете о пребывании он-лайн?

никогда иногда регулярно часто всегда

16. Часто ли Вы говорите себе «еще минутку», находясь он-лайн?

никогда иногда регулярно часто всегда

17. Часто ли терпите поражение в попытках сократить время, проводимое в сети?

никогда иногда регулярно часто всегда

18. Часто ли Вы пытаетесь скрыть количество времени, проводимое Вами в сети?

никогда иногда регулярно часто всегда

19. Часто ли Вы выбираете провести время в Интернете, вместо того, чтобы выбраться куда-либо с друзьями?

никогда иногда регулярно часто всегда

20. Часто ли Вы испытываете депрессию, подавленность или нервозность, будучи вне сети и отмечаете, что это состояние проходит, как только Вы оказываетесь он-лайн?

никогда иногда регулярно часто всегда

Часть 2.

Варианты ответов :да 1; нет 0

1. Чувствуете ли Вы эйфорию, оживление, возбуждение, находясь за компьютером?

да нет

2. Требуется ли Вам проводить все больше времени за компьютером, чтобы получить те же ощущения?

да нет

3. Чувствуете ли вы пустоту, депрессию, раздражение, находясь не за компьютером?

да нет

4. Случалось ли Вам пренебрегать важными делами, в то время как Вы были заняты за компьютером, но не работой?

да нет

5. Проводите ли Вы в сети больше 3-х часов в день?

да нет

6. Если Вы в основном используете компьютер для работы, участвуете ли в рабочее время в чатах или обнаруживаете себя на не связанных с работой сайтах более, чем дважды в день?

да нет

7. Качаете ли Вы файлы с порносайтов?

да нет

8. Считаете ли Вы, что с человеком легче общаться он-лайн, нежели лично?

да нет

9. Говорили ли Вам друзья или члены семьи, что Вы слишком много времени проводите он-лайн?

да нет

10. Мешает ли Вашей деловой активности количество времени, проводимое в сети?

да нет

11. Бывало ли такое, что Ваши попытки ограничить время, проводимое

в сети, оказывались безуспешными?

да нет

12. Бывает ли так, что Ваши пальцы устают от клавиатуры или щелканья кнопкой мыши?

да нет

13. Случалось ли Вам лгать на вопрос о количестве времени, проводимом в сети?

да нет

14. Был ли у Вас хоть раз «синдром карпального канала» (онемение и боли в кисти руки)?

да нет

15. Бывают ли у Вас боли в спине чаще, чем 1 раз в неделю?

да нет

16. Бывает ли у Вас ощущение сухости в глазах?

да нет

17. Увеличивается ли время, проводимое Вами в сети?

да нет

18. Случалось ли Вам пренебречь приемом пищи или есть прямо за компьютером, чтобы остаться в сети?

да нет

19. Случалось ли Вам пренебречь личной гигиеной, например, бритьем, причесыванием и т.п., чтобы провести это время за компьютером?

да нет

20. Появились ли у Вас нарушения сна и/или изменился ли режим сна с тех пор как Вы стали использовать компьютер ежедневно?

да нет

Оценка результатов. Суммируйте полученные баллы. Чем больше суммарный балл, тем выше уровень зависимости и проблем, которые возникают из-за использования Интернетом.

Метод скриниговой диагностики компьютерной зависимости

Характеристика теста. Л.Н.Юрьева (с соавт., 2005) предложила способ скриниговой диагностики компьютерной зависимости. В основу создания метода была поставлена задача, создать такой способ скринингового диагностики компьютерной зависимости, который путем адаптации вариантов ответов к национальной социально-общественной сфере деятельности повышает объективность конечного результата при использовании.

Методика содержит 11 вопросов относительно проявлений эмоционального состояния личности за компьютером или в Интернете, рассуждений относительно реализации замыслов и предчувствия удовольствия, количества времени пребывания за компьютером и материальных расходов, связанных с этим, волевых свойств, ощущений, получаемых во время провождения компьютерного досуга, ассоциативного характера восприятия получаемого удовольствия, влияния увлечения компьютером на социально-бытовые обязанности, роли социальных обязательств в повседневном быте, влияния компьютера на психофизическое состояние, режим сна и бодрствования.

При этом возможным ответам «никогда», «редко», «часто» или «очень часто» присваивают баллы 1, 2, 3 и 4, соответственно. При оценке результатов оценивают стадию сформированной компьютерной зависимости: наличие компьютерной зависимости, если сумма составляет 38 и больше баллов; стадию риска компьютерной зависимости, если сумма достигает 23-37 баллов; стадию увлеченности, если сумма равняется 16-22 баллам; отсутствие риска развития компьютерной зависимости, если 15 баллов и меньше.

Отличительными признаками предложенного способа, по мнению авторов, является использование промежуточных вариантов ответов, а именно – «редко» и «часто», как дополнительных оценочных критериев, присвоение баллов, например от 1 до 4, как показателей симптоматических проявлений компьютерной зависимости. Это выводит ожидаемые ответы к более достоверной области, содействует гибкой интерпретации состояния личности, поэтому позволяет дать объективный конечный результат (Юрьева и соавт., 2006).

Как считают авторы методики, косвенным образом результаты тестирования позволяют выделить «группу риска» с признаками компьютерной зависимости с целью применения эффективных профилактических программ, которые направлены на предупреждение развития психических и поведенческих расстройств. Использование способа в психиатрии доказало, что оценка эмоционального состояния, волевых качеств, потребительских аспектов, способностей контролировать поведение, физического и психологического влияний на пользователя, которые отражены в вопросах при помощи расширенного ряда «адаптированных» показателей сим-

птоматики компьютерной зависимости, позволяет дифференцировать исходные данные между стадиями «зависимости», «увлечения» и «риска возникновения», что информирует о повышении объективности результатов диагностики (Юрьева и соавт., 2006).

Цель исследования. Оценка стадий сформированной компьютерной зависимости**.**

Оборудование. Бланк с тестом.

Инструкция. Ответьте на вопросы теста, выбрав тот вариант ответа, который является наиболее подходящим для Вас.

Тест

1. Как часто Вы ощущаете оживление, удовольствие, удовлетворение или облегчение, находясь за компьютером (в сети)?

(1) – никогда; (2) – редко; (3) – часто; (4) – очень часто

2. Как часто Вы предвкушаете пребывание за компьютером (в сети), думая и размышляя о том, как окажетесь за компьютером, откроете определенный сайт, найдете определённую информацию, заведете новые знакомства?

(1) – никогда; (2) – редко; (3) – часто; (4) – очень часто

3. Как часто Вам необходимо всё больше времени проводить за компьютером (в сети) или тратить все больше денег для того, чтобы получить те же ощущения?

(1) – никогда; (2) – редко; (3) – часто; (4) – очень часто

4. Как часто Вам удаётся самостоятельно прекратить работу за компьютером (в сети)?

(1) – никогда; (2) – редко; (3) – часто; (4) – очень часто

5. Как часто Вы чувствуете нервозность, снижение настроения, раздражительность или пустоту вне компьютера (вне сети)?

(1) – никогда; (2) – редко; (3) – часто; (4) – очень часто

6. Как часто Вы ощущаете потребность вернуться за компьютер (в сеть) для улучшения настроения или ухода от жизненных проблем?

(1) – никогда; (2) – редко; (3) – часто; (4) – очень часто

7. Как часто Вы пренебрегаете семейными, общественными обязанностями и учебой из-за частой работы за компьютером (пребывания в сети)?

(1) – никогда; (2) – редко; (3) – часто; (4) – очень часто

8. Как часто Вам приходится лгать, скрывать от родителей или преподавателей количество времени, проводимого за компьютером (в сети)?

(1) – никогда; (2) – редко; (3) – часто; (4) – очень часто

9. Как часто существует актуализация или угроза потери дружеских и/или семейных отношений, изменений финансовой стабильности, успехов в учёбе в связи с частой работой за компьютером (пребыванием в сети)?

(1) – никогда; (2) – редко; (3) – часто; (4) – очень часто

10. Как часто Вы отмечаете физические симптомы, такие как: онемение и боли в кисти руки, боли в спине, сухость в глазах, головные боли; пренебрежение личной гигиеной, употребление пищи около компьютера?

(1) – никогда; (2) – редко; (3) – часто; (4) – очень часто

11. Как часто Вы отмечаете нарушения сна или изменения режима сна в связи с частой работой за компьютером (в сети)?

(1) – никогда; (2) – редко; (3) – часто; (4) – очень часто

Оценка результатов. Просуммируйте полученные баллы и определите стадию сформированной компьютерной зависимости по предложенной шкале:

- до 15 баллов – 0% риска развития компьютерной зависимости;
- 16-22 балла – стадия увлеченности;
- 23-37 баллов – риск развития компьютерной зависимости (необходимость проведения профилактических программ в последующем);
- более 38 баллов – наличие компьютерной зависимости!

Тест на интернетзависимость С.А.Кулакова

Характеристика теста. Опросник С.А.Кулаков (2004) рассчитан на выявление интернетзависимости у взрослых и детей. Взрослый вариант данной методики является модифицированным опросником К.Янг (вариант с 20 пунктами опросника). Детский вариант разработан на основе взрослого варианта. Оценка интернетзависимости ребенка производится его родителями. Особенность теста для детей в том, что он предостерегает родителей о вероятности развитий интернетзависимости.

Каждый из тестов С.А. Кулаков (2004) включает по 20 вопросов. Ответы даются по пятибалльной шкале: 1 – очень редко, 2 – иногда, 3 – часто, 4 – очень часто, 5 – всегда.

Цель исследования. Выявление интернетзависимости у взрослых и детей.

Оборудование. Бланк с тестом.

Инструкция. Ответьте на вопросы теста, выбрав тот вариант ответа, который является наиболее подходящим для Вас.

Детский вариант теста С.А.Кулакова

1. Как часто Ваш ребенок нарушает временные рамки, установленные вами для пользования сетью?
2. Как часто Ваш ребенок запускает свои обязанности по дому для того, чтобы провести больше времени в сети?
3. Как часто Ваш ребенок предпочитает проводить время в сети вместо того, чтобы провести его в кругу семьи?
4. Как часто Ваш ребенок формирует новые отношения с друзьями по сети?
5. Как часто Вы жалуетесь на количество времени, проводимые Вашим ребенком в сети?
6. Как часто учеба Вашего ребенка страдает из-за количества времени, проведенного Вашим ребенком в сети?
7. Как часто Ваш ребенок проверяет электронную почту, прежде чем заняться чем-то другим?
8. Как часто Ваш ребенок предпочитает общение в сети общению с окружающими?
9. Как часто Ваш ребенок сопротивляется, или секретничает при вопросе о том, что он делает в Интернете?
10. Как часто Вы заставали своего ребенка пробивающимся в сеть против Вашей воли?
11. Как часто Ваш ребенок проводит время в своей комнате, играя за компьютером?
12. Как часто Ваш ребенок получает странные звонки от его новых сетевых «друзей»?
13. Как часто Ваш ребенок огрызается, кричит или действует раздраженно, если его побеспокоили по поводу пребывания в сети?
14. Как часто Ваш ребенок выглядит более уставшим и утомленным, чем в то время, когда у Вас не было Интернета?
15. Как часто Ваш ребенок выглядит погруженным в мысли о возвращении в сеть, когда он находится вне сети?
16. Как часто Ваш ребенок ругается и гневается, когда Вы сердитесь по поводу времени, проведенного им в сети?
17. Как часто Ваш ребенок предпочитает своим прежним любимым занятиям, хобби, интересам других нахождение в сети?
18. Как часто Ваш ребенок злится и становится агрессивным, когда Вы накладываете ограничение на время, которое он проводит в сети?
19. Как часто Ваш ребенок предпочитает вместо прогулок с друзьями проводить время в сети?

20. Как часто Ваш ребенок Вы чувствует подавленность, упадок настроения, нервничает, когда находится вне сети, а по возвращении в сеть все это исчезает?

Оценка результатов. Суммируйте полученные баллы и оцените Интернет-зависимость Вашего ребенка по шкале:

- при сумме баллов 50-79 родителям необходимо учитывать серьезное влияние Интернета на жизнь Вашего ребенка;
- при сумме баллов 80 и выше, у ребенка с высокой долей вероятности интернетзависимость и ему необходима помощь специалиста.

Взрослый вариант теста С.А.Кулакова

1. Как часто Вы обнаруживаете, что задержались в сети дольше, чем задумывали?
2. Как часто Вы забрасываете свои домашние обязанности, чтобы провести больше времени в сети?
3. Как часто Вы предпочитаете развлечения в Интернете близости со своим партнером?
4. Как часто Вы строите новые отношения с друзьями по сети?
5. Как часто Ваши знакомые жалуются по поводу количества времени, что Вы проводите в сети?
6. Как часто из-за времени, проведенном в сети страдает Ваше образование и/или работа?
7. Как часто Вы проверяете электронную почту, прежде чем заняться чем-то другим?
8. Как часто страдает Ваша эффективность или продуктивность в работе из-за использования Интернета?
9. Как часто Вы сопротивляетесь разговору или скрываете, если Вас спрашивают о том, что Вы делала в сети?
10. Как часто Вы отодвигаете на второй план неприятные мысли о своей жизни, заменяя их успокаивающими мыслями об Интернете?
11. Как часто Вы чувствуете приятое предвкушение от предстоящего выхода в сеть?
12. Как часто Вы боитесь, что жизнь без Интернета станет скучной, пустой и безынтересной?
13. Как часто Вы раздражаетесь, кричите, если что-то отрывает Вас, когда Вы находитесь в сети?
14. Как часто Вы теряете сон, когда поздно находитесь в сети?
15. Как часто Вы чувствуете, что поглощены Интернетом, когда не находитесь в сети, или воображаете, что Вы там?
16. Как часто вы замечаете свои слова «еще пару минут...», когда нахо-

дитесь в сети?

17. Как часто Вы пытаетесь безуспешно урезать время пребывания в сети?
18. Как часто Вы пытаетесь скрыть количество времени пребывания в сети?
19. Как часто Вы предпочитаете находиться в сети вместо того, чтобы встретиться с людьми?
20. Как часто Вы чувствуете подавленность, плохое настроение, нервничаете, когда Вы не в сети, что вскоре исчезает, стоит Вам выйти в Интернет?

Оценка результатов. Суммируйте полученные баллы и оцените Интернет-зависимость по шкале:

- при сумме баллов 50-79 стоит учитывать серьезное влияние Интернета на вашу жизнь;
- при сумме баллов 80 и выше, у Вас с высокой долей вероятности интернетзависимость и Вам необходима помощь специалиста.

Опросник «Восприятие Интернета» Е.А.Щепилиной

Характеристика теста. Опросник «Восприятие Интернета», разработанный Е.А.Щепилиной, включающий 67 вопросов по 12 шкалам, сгруппированным по «факторам зависимости», «особенностям восприятия Интернета» и «последствиям зависимости». Вопрос № 67 (социолингвистический), введен для определения степени принадлежности опрашиваемых к сетевой субкультуре и анализируется отдельно. При работе с опросником нужно ответить на предложенные вопросы, выбрав один из предложенных вариантов ответов или написав свой, где это необходимо (Опросник …, 2012). Очевидно, что преимуществом этого теста является более детальное изучение психофизиологических особенностей интернетзависимости.

Цель исследования. Выявление особенностей восприятия Интернета испытуемыми, определение степени принадлежности испытуемых к сетевой субкультуре.

Оборудование. Бланк с тестом.

Инструкция. Ответьте на вопросы теста, выбрав тот вариант ответа, который является наиболее подходящим для Вас (в некоторых вопросах необходимо вписать свой вариант ответа).

Тест

1. Я считаю, что проявления агрессии в сети так же недопустимы, как и в реальной жизни.

а) да;
б) нет;
в) трудно сказать.

2. Порой мне кажется, что я воспринимаю Интернет не так, как другие люди.
а) иногда;
б) часто;
в) никогда

3. У меня гораздо больше друзей в сети, чем в реальной жизни.
а) да;
б) нет;
в) трудно сказать

4. Бывает, что когда ищу в Интернете нужную мне информацию я забываю о своем первоначальном намерении.
а) иногда;
б) часто;
в) никогда

5. Порой мне хочется переселиться в виртуальный мир.
а) иногда;
б) часто;
в) никогда

6.При подключении к Интернету мое настроение обычно улучшается.
а) да;
б) нет;
в) трудно сказать

7. Для меня важнее, как выглядит сайт, чем то, какая на нем информация.
а) да;
б) нет;
в) трудно сказать

8. Я считаю, что Интернет нужен для:
а) развлечения;
б) поиска и хранения информации;
в) общения

9. Я часто воспринимаю виртуальный мир как реальность.

а) да;
б) нет;
в) трудно сказать

10.Мне больше нравятся сайты, на которых мало графики.
а) да;
б) нет;
в) трудно сказать

11. Когда все против меня, Интернет помогает мне пережить трудные времена.
а) иногда;
б) часто;
в) никогда

12. Я часто употребляю слова и выражения, принятые в сети, в своей реальной жизни.
а) да;
б) нет;
в) трудно сказать

13. Мои друзья в сети гораздо лучше понимают меня, чем мои друзья в реальной жизни.
а) иногда;
б) часто;
в) никогда

14. Я воспринимаю себя в Интернете иначе, чем в реальной жизни.
а) да;
б) нет;
в) трудно сказать

15. Я предпочитаю общаться с теми людьми, которые хорошо разбираются в Интернете.
а) да;
б) нет;
в) трудно сказать

16. У меня часто возникает потребность в структурировании информации, получаемой из Интернета.
а) да;
б) нет;
в) трудно сказать

17. Я часто завожу виртуальные романы.
а) иногда;
б) часто;
в) никогда

18. Обычно я чувствую себя комфортней в сети, чем в реальной жизни.
а) иногда;
б) часто;
в) никогда

19. Я предпочитаю сайты, где много графики.
а) да;
б) не;
в) трудно сказать

20. Я часто не знаю точно, сколько времени провел в сети.
а) да;
б) нет;
в) трудно сказать

21. Мне бывает сложно объяснить окружающим, что меня привлекает в Интернете.
а) иногда;
б) часто;
в) никогда

22. Иногда Интернет кажется мне живым существом.
а) иногда;
б) часто;
в) никогда

23. Бывает, что закончив работу в сети, я не могу вспомнить все, что я делал, где был.
а) иногда;
б) часто;
в) никогда

24. Обычно я предпочитаю переписываться с человеком по электронной почте или общаться с ним по ICQ, чем говорить с ним по телефону или встречаться лично.
а) *да;*
б) нет;

в) трудно сказать

25. Порой, после длительного пребывания в сети, у меня возникает страх (или чувство незащищенности) перед окружающей действительностью.

а*) иногда;*

б) часто;

в) никогда

26. Даже большие тексты я предпочитаю читать с экрана монитора, а не в бумажном варианте.

а) *да;*

б) нет;

в) трудно сказать

27. Я предпочитаю чаты, электронной почте и форумам.

а) *да;*

б) нет;

в) трудно сказать

28. Мне бы хотелось проводить в сети больше времени, чем сейчас.

а*) да;*

б) нет;

в) трудно сказать

29. Я скорее способен изменить что-то в виртуальном мере, чем в реальной жизни.

а) *да;*

б) нет;

в) трудно сказать

30. Компьютер, на котором я работаю скорее:

а) *«девочка»;*

б) «мальчик»;

в) просто машина

31. Находясь в сети, я люблю слушать музыку.

а) *иногда;*

б) часто;

в) никогда

32. Бывает, что я пытаюсь действовать в реальном мире так же, как и в виртуальном.

а) *иногда;*
б) часто;
в) никогда

33. В сети я чувствую себя гораздо увереннее, чем в реальной жизни.
а) *иногда;*
б) часто;
в) никогда

34. Когда я захожу в Интернет, я точно знаю, чего хочу.
а*) да;*
б) нет;
в) трудно сказать

35. Я предпочитаю виртуальные романы реальным.
а*) да;*
б) нет;
в) трудно сказать

36. В Интернете я реализуюсь как личность лучше, чем в реальной жизни.
а) да;
б) нет;
в) трудно сказать

37. Бывает, что после работы в сети, у меня возникает ощущение, что я о чем-то забыл или чего-то не сделал.
а) иногда;
б) часто;
в) никогда

38. Порой мне кажется, что люди, с которыми я общаюсь в сети, понимают меня гораздо лучше, чем те, кто окружают меня в повседневной жизни.
а) иногда;
б) часто;
в) никогда

39. Время в сети идет не так, как в реальной жизни.
а) да;
б) нет;
в) трудно сказать

40. Бывает, что находясь в сети, мне кажется, что я теряю контроль над происходящим.

а) *иногда;*

б) часто;

в) никогда

41. Мне больше нравится рассматривать различные картинки, чем читать.

а) *да;*

б) нет;

в) трудно сказать

42. Пребывание в Интернете для меня скорее:

а) *развлечение;*

б) работа;

в) жизнь;

г) другое (укажите, что именно)_____

43. Когда я нахожусь в Интернете, я перестаю замечать окружающую действительность.

а) *иногда;*

б) часто;

в) никогда

44. Я всегда пытаюсь представить, как выглядит мой собеседник.

а) *иногда;*

б) часто;

в) никогда

45. Мне кажется, что Интернету присущи некие мистические свойства.

а) *да;*

б) нет;

в) трудно сказать

46. В сети для меня не существует понятий: верх, низ, право, лево.

а*) да;*

б) нет;

в) трудно сказать

47. Мне нравится, что в Интернете можно нарушать правила реального мира.

а) да;

б) нет;

в) трудно сказать

48. Бывает, что я трачу много времени на просмотр ненужной мне информации.

а) *иногда;*
б) часто;
в) никогда

49. Порой я чувствую, что сильно отличаюсь от людей, не пользующихся Интернетом.

а) *иногда;*
б) часто;
в) никогда

50. Интернет для меня скорее:

а*) часть реального мира;*
б) отдельная, самостоятельная реальность;
в) другое (укажите, что именно) _____

51. Происходящее в сети зачастую гораздо интереснее того, что происходит в реальной жизни.

а) *да;*
б) нет;
в) трудно сказать

52. Обычно я не переношу виртуальные знакомства в реальность.

а) *да;*
б) нет;
в) трудно сказать

53. Случается, что граница между реальным и виртуальным миром для меня исчезает.

а) *иногда;*
б) часто;
в) никогда

54. Мне сложно найти общий язык с людьми, не пользующимися Интернетом.

а*) да;*
б) нет;
в) трудно сказать

55. Порой мне бывает трудно перевести образы в слова.

а) *иногда;*
б) часто;
в) никогда

56. Порой виртуальный мир кажется мне более привлекательным, чем реальный.
а) *иногда;*
б) часто;
в) никогда

57. Интернет кажется мне:
а*) одномерным;*
б) трехмерным;
в) четырехмерным;
г) вне измерений

58. Иногда компьютер кажется мне живым существом.
а*) да;*
б) нет;
в) трудно сказать

59. Когда я в Интернете, я другой, чем в реальной жизни.
а) *да;*
б) нет;
в) трудно сказать

60. Порой мне хочется перенести свои действия в сети на реальную жизнь (Например, в конфликтной ситуации – желание «отключиться», занести в «игнор»).
а) *иногда;*
б) часто;
в) никогда

61. Находясь в Интернете, я чувствую себя частью чего-то большего.
а) *да;*
б) нет;
в) трудно сказать

62. Мне бывает сложно выразить то, что я чувствую, находясь в сети.
а) иногда;
б) часто;
в) никогда

63. В Интернете я чувствую себя в большей безопасности, чем в реальном мире.

а) да;

б) нет;

в) трудно сказать

64. Часто мне сложнее найти общий язык с людьми в реальной жизни, чем в Интернете.

а) да;

б) нет;

в) трудно сказать

65. Меня устраивают законы и правила виртуального мира гораздо больше, чем реального.

а) да;

б) нет;

в) трудно сказать

66. Интернет для меня скорее:

а) безграничен;

б) имеет границы

67. Напишите что означают следующие понятия:

*«аська»*_____

IP-адрес _____

«админ» _____

хостинг _____

«спам» _____

тэг (tag) _____

«ламер» _____

форум _____

«флуд» _____

WWW _____

Оценка результатов. Оцените характер восприятия Интернета по приведенным ключам.

Ключи к шкалам опросника «Восприятие Интернета»

I. Факторы зависимости

1. Принадлежность к сетевой субкультуре: №№ 2, 12, 15, 49, 54, 67.
2. Нецеленаправленность поведения: №№ 4, 16, 23, 34, 40, 48.
3. Потребность в сенсорной стимуляции: №№ 7, 10, 19, ,27, 31, 41, 55.

II. Особенности восприятия Интернета

4. Мотивация использования Интернета: №№ 8, 42.
5. Изменение состояния сознания в результате использования Интернета: №№ 6, 9, 14, 32, 43, 50, 53, 59.
6. Восприятие Интернета как лучшего, предпочтительного по сравнению с реальной жизнью («уход»): №№ 5, 11, 18, 25, 28, 29, 33, 36, 51, 56, 63.
7. Общение: №№ 3, 13, 17, 24, 35, 38, 52, 64.

III. Последствия зависимости

8. Время в Интернете: №№ 20, 39.
9. Пространство в Интернете: №№ 46, 57, 66.
10. Восприятие Интернета как проективной реальности: №№ 21, 37, 44, 45, 61, 62.
11. Одушевленность Интернета: №№ 22, 30, 58.
12. Стремление перенести нормы виртуального мира в реальный: №№ 1, 26, 47, 60, 65.

Методика выявления отношения к Интернету «Незаконченные предложения»

Характеристика теста. Методика «Незаконченные предложения», разработанная А.Е.Жичкиной и Е.А.Щепилиной ,направлена на выявление субъективного отношения опрашиваемых к Интернету (Методика … 2009). Респондентам предлагаются 33 незаконченных предложения, которые нужно продолжить. Интерпретация результатов проводится по 6 шкалам: восприятие Интернета в целом (включает подшкалу восприятия времени и подшкалу восприятия пространства), положительные свойства Интернета, отрицательные свойства Интернета, люди в Интернете, информация в Интернете, я в Интернете.

Цель исследования. Выявление субъективного отношения опрашиваемых к Интернету

Оборудование. Бланк с тестом.

Инструкция. Испытуемым предлагаются незаконченные предложения, которые необходимо продолжить.

Тест

1. Три слова, обозначающие для меня «Интернет»: …
2. Когда я нахожусь в сети, я …
3. Большинство сайтов в Интернете …
4. Мне кажется, что время в сети …
5. Интернет помогает мне …

6. Большинство людей в Интернете …
7. После выхода из сети, я чувствую …
8. В Интернете меня привлекает, прежде всего …
9. Больше всего времени в сети у меня уходит на …
10. Другие люди в Интернете кажутся мне …
11. Когда я нахожусь в сети, мне бывает сложно …
12. Информация в Интернете …
13. В Интернете меня часто раздражает …
14. Переходя по ссылкам, я чувствую …
15. Когда я нахожусь в сети, мое настроение …
16. Интернет мешает мне …
17. Я посещаю сайты в Интернете, чтобы …
18. Интернет может приносить пользу, если …
19. Я считаю, что Интернет нужен для …
20. Самой большой ошибкой, которую я совершал в Интернете, было …
21. Когда я вхожу в сеть, мне кажется, что …
22. Иногда я чувствую, что Интернет …
23. Лучшее, что я сделал, находясь в Интернете …
24. Входя в Интернет, люди обычно хотят …
25. Я воспринимаю пространство сети как …
26. Я в Интернете и я в реальной жизни …
27. Когда я захожу в интернет, я чувствую себя …
28. Я воспринимаю своих виртуальных собеседников как …
29. Когда мне нужно найти информацию по какому-либо вопросу, я …
30. Пребывание в Интернете для меня – это …
31. Интернет может быть бесполезным или даже вредным, если …
32. В Интернете я …
33. Моя жизнь без Интернета стала бы …

Оценка результатов. Выявление субъективного отношения опрашиваемых к Интернету производится по приведенным ключам.

Ключи к шкалам методики «Незаконченные предложения»

1. Восприятие Интернета в целом: №№ 1, 4 (шкала «восприятие времени»), 7, 9, 11, 14, 15, 19, 21, 22, 25 (шкала «восприятие пространства»), 30, 33.
2. Положительные свойства Интернета: №№ 5, 8, 18, 23.
3. Отрицательные свойства Интернета: №№ 13, 16, 20, 31.
4. Люди в Интернете: №№ 6, 10, 24, 28.
5. Информация в Интернете: №№ 3, 12, 17, 29.
6. Я в Интернете: №№ 2, 26, 27, 32.

Шкала интернетзависимости А.Жичкиной

Характеристика теста. Шкала интернетзависимости включает 7 утверждений, испытуемый должен выбрать тот вариант ответа, который лучше всего подходит для описания поведения испытуемого в Интернете. Выбор варианта «А» оценивается в 1 балл, выбор варианта «Б» – 0 баллов. (Жичкина, 2004).

Цель исследования. Выявление уровня интернетзависимости.

Оборудование. Бланк с тестом.

Инструкция. Предлагается ряд утверждений, испытуемый должен выбрать тот вариант ответа, который лучше всего подходит для описания поведения испытуемого в Интернете.

Тест

1. А. Когда мне грустно или одиноко, я обычно выхожу в Интернет.

1. Б. Я не чувствую необходимости выйти в Интернет тогда, когда у меня плохое настроение.

2. А. Когда я провожу в Интернете меньше времени, чем обычно, я чувствую себя подавленно.

2. Б. Мое эмоциональное состояние не зависит от того, сколько времени я провожу в Интернете.

3. А. Я чувствую, что мое увлечение Интернетом мешает моей учебе, работе или отношениям с людьми вне Интернета.

3. Б. Использование Интернета не мешает моим отношениям с людьми, учебе или работе.

4. А. Многие мои знакомые не знают, сколько времени я на самом деле провожу в Интернете.

4. Б. Большинство моих знакомых знает, сколько времени я провожу в Интернете.

5. А. Я часто пытаюсь уменьшить количество времени, которое я провожу в Интернете.

5. Б. Я не пытаюсь уменьшить количество времени, которое я провожу в Интернете.

6. А. Когда я не в Интернете, я часто думаю о том, что там происходит.

6. Б. Когда я не в Интернете, я редко думаю о нем.

7. А. Я предпочитаю общаться с людьми или искать информацию

через Интернет, а не в реальной жизни.

7. Б. Я далеко не всегда прибегаю к помощи Интернета, когда мне нужно найти информацию или пообщаться.

Оценка результатов. При интерпретации результатов баллы суммируются. Чем больше суммарный балл, тем выше уровень зависимости и проблем, которые возникают из-за использования Интернетом. Как считают авторы, склонными к интернетзависимости считаются испытуемые с баллами по шкале интернетзависимости 3 и выше, не склонными к интернетзависимости – с баллом 0 по этой шкале. Интернетзависимыми в строгом смысле слова считаются те, кто набирает 6-7 баллов по этой шкале.

Тест CIAS (Шкала интернетзависимости Чена)

Характеристика теста. Тест, разработанный китайским исследователем Ченом (Chen S.-H., et al., 2003), включает в себя 5 оценочных шкал:

Шкала компульсивных симптомов (Com), шкала симптомов отмены (Wit), шкала толерантности (Tol), шкала внутриличностных проблем и проблем связанных со здоровьем (IH), шкала управления временем (TM).

Помимо пошкальной оценки существуют 2 типа надшкальных критериев – Интегральные (ключевые) симптомы непосредственно самой интернетзависимости включающий в себя первые 3 шкалы и критерий негативных последствий использования Интернета (последние 2 шкалы).

Тест включает 18 вопросов, к которым предлагаются четыре варианта ответа: совсем не подходит (1 балл), слабо подходит (2 балла), частично подходит (3 балла), полностью подходит (4 балла).

Сумма всех шкал или общий CIAS балл является интегральным показателем – общим показателем наличия интернетзависимого поведения (Малыгин и соавт., 2011).

$$\text{CIAS балл} = (\text{Com} + \text{Wit} + \text{Tol} + \text{IH} + \text{TM}), \text{баллы};$$

где CIAS – показатель наличия интернетзависимого поведения;
Com – сумма баллов по шкале компульсивных симптомов;
Wit – сумма баллов по шкале симптомов отмены;
Tol – сумма баллов по шкале толерантности;
IH – сумма баллов по шкале внутриличностных проблем и проблем связанных со здоровьем;
TM – сумма баллов по шкале управления временем.

Тест на интернетзависимость Чена (CIAS), полученный от авторов, в настоящее время проходит адаптацию и валидизацию на выборке москов-

ских школьников и в Центре психотерапии профессора Малыгина. На основе результатов первичного анализа и адаптации московскими исследователями предлагаются следующие пороги оценки интернетзависимого поведения при использовании шкалы Чена. От 27 до 42 – минимальный риск возникновения интернетзависимого поведения, от 43 до 64 – склонность к возникновению интернетзависимого поведения, от 65 и выше – выраженный и устойчивый паттерн интернетзависимого поведения (Малыгин и соавт., 2011).

Цель исследования. Оценка интернетзависимого поведения.

Оборудование. Бланк с тестом.

Инструкция. Предлагается ряд утверждений, испытуемый должен выбрать тот вариант ответа, который лучше всего подходит для описания поведения испытуемого в Интернете.

Тест

1. Мне не раз говорили, что я провожу слишком много времени в Интернете.
2. Я чувствую себя некомфортно, когда не бываю в Интернете в течение определённого периода времени.
3. Я замечаю, что всё больше и больше времени провожу в сети.
4. Я чувствую беспокойство и раздражение, когда Интернет отключён или недоступен.
5. Я чувствую себя полным сил, пребывая он-лайн, несмотря на предварительную усталость.
6. Я остаюсь в сети в течение более длительного времени, чем намеревался, хотя и планировал «зайти ненадолго».
7. Хотя использование Интернетом негативно влияет на мои отношения с людьми, количество времени, потраченное на Интернет, остаётся неизменным.
8. Несколько раз я спал меньше 4-х часов из-за того, что «завис» в Интернете.
9. За последние шесть месяцев (или за последний год) я стал гораздо больше времени проводить в Сети.
10. Я переживаю или расстраиваюсь, если приходится прекратить пользоваться Интернетом на какой-то период времени.
11. Мне не удаётся преодолеть желание зайти в Сеть.
12. Я замечаю, что выхожу в Интернет вместо личной встречи с друзьями.
13. У меня болит спина или я испытываю какой-либо другой физический дискомфорт после сидения в Интернете.
14. Мысль зайти в Интернет приходит мне первой, когда я просыпаюсь утром.

15. Пребывание в Интернете привело к возникновению у меня определённых неприятностей в школе или на работе.
16. Пребывая в Сети в течение определённого периода времени, я ощущаю, что упускаю что-то.
17. Моё общение с членами семьи сокращается из-за использования Интернета.
18. Я меньше отдыхаю из-за использования Интернета.
19. Даже отключившись от Интернета после выполненной работы, у меня не получается справиться с желанием войти в Сеть снова.
20. Моя жизнь была бы безрадостной, если бы не было Интернета.
21. Пребывание в Интернете негативно повлияло на моё физическое самочувствие.
22. Я стараюсь меньше тратить времени в Интернете, но безуспешно.
23. Для меня становится обычным спать меньше, чтобы провести больше времени в Интернете.
24. Мне необходимо проводить всё больше времени в Интернете, чтобы получить то же удовлетворение, что и раньше.
25. Иногда у меня не получается поесть в нужное время из-за того, что я сижу в Интернете.
26. Я чувствую себя усталым днём из-за того, что просидел допоздна в Интернете.

Оценка результатов. Суммируйте полученные баллы и рассчитайте показателем наличия интернет зависимого поведения.

Тест на интернетаддикцию (Т.А.Никитина, А.Ю. Егоров)

Характеристика теста. Тест на интернетаддикцию Т.А.Никитиной и А.Ю.Егорова состоит из 27 вопросов, первые 11 вопросов социально-демографического характера, остальные вопросы направлены на выяснение характера работы с компьютером и использования Интернет. К вопросам 12-27 предлагаются варианты ответов, каждый из которых имеет свой балл согласно прилагаемому ключу (Егоров и соавт. 2005; Дмитриев и соавт., 2010).

Цель исследования. Выявление характера работы с компьютером и использования Интернет.

Оборудование. Бланк с тестом.

Инструкция. Ответьте на вопросы теста, выбрав тот вариант ответа, который является наиболее подходящим для Вас (в некоторых вопросах необходимо вписать свой вариант ответа).

Тест

1. Пол: *М/ Ж*

2. Возраст: *15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22* ____

3. Образование: *среднее, среднее специальное, неполное высшее, высшее*.

4. Работа: *есть, нет*

5. Семейное положение: *в браке не состою, в браке, разведен(а).*

6. Дети: *0, 1, 2, 3 и более.*

7. Материальное положение: *ниже среднего, среднее, выше среднего*

8. Жилищные условия:
   а) отдельная квартира;
   б) совместное проживание с родителями;
   в) общежитие;
   г) снимаю квартиру.

9. Зависимости членов семьи:
   а) алкоголь;
   б) табакокурение;
   в) наркотики;
   г) азартные игры;
   в) другое _____

10. В свободное время вы играете в
   а) ролевые компьютерные игры
   б) игровые автоматы
   в) посещаете Интернет.

11. С какого возраста вы играете (ролевые компьютерные игры, игровые автоматы, Интернет – нужное подчеркнуть) *7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20,* _____

12. Сколько раз вы играете (компьютерные игры, игровые автоматы, интерне – нужное подчеркнуть).
   а) 1 раз в неделю;
   б) 3 – 4 раза в неделю;
   в) каждый день;

г) 1 раз в месяц;
д) другое _____

13. Сколько времени вы находитесь в компьютерной игре, Интернете, игровых автоматах (нужное подчеркнуть):
а) 1-2 часа;
б) 3-4 часа;
в) 5-6 часов;
г) более 6 часов.

14. Какие ролевые компьютерные игры вы предпочитаете (обвести до 2 букв):
а) игры с видом «из глаз» «своего» героя;
б) игры с видом извне на «своем» герое;
в) руководительские игры.

15. Какие ролевые компьютерные игры вы предпочитаете (обвести до 2 букв):
а) аркады;
б) головоломки;
в) игры на быстроту реакции и сообразительность;
г) традиционные азартные игры (рулетка, казино и т.д.);

16. Возвращаетесь ли вы на другой день к игре чтобы отыграться:
а) никогда;
б) иногда;
в) чаще всего;
г) почти всегда.

17. Когда вы находитесь в Интернете, то предпочитаете (обвести до 2 букв):
а) виртуальную реальность;
б) E-MAIL;
в) ICQ (чаты общения);
г) USENET (конференция);
д) Internet Relay Chat – сетевые игры (нужное подчеркнуть бродилки, аркады, квесты, гонки, стрелялки, РПГ, симуляторы);
е) порносайты.

18. Когда вы играете (компьютерные игры, игровые автоматы, Интернет – нужное подчеркнуть), то испытываете:
а) эйфорию;
б) радость;

в) облегчение;
г) азарт;
д) расслабление.

19. Как часто вы замечаете, что находитесь в игре или в Интернете больше запланированного времени:
а*) иногда;*
б) редко;
в) часто;
г) очень часто;
д) всегда;
е) это ко мне не относится.

20. Вы предпочитаете играть:
а) один;
б) с друзьями.

21. Вы находитесь в Интернете, игровом зале, в компьютерном клубе, интернет-кафе для того, чтобы:
а) пообщаться;
б) поиграть;
в) самоутвердиться;
г) найти нужную информацию;
в) расслабиться.

22. Отношения близких (родителей, друзей, жены\мужа) к вашему увлечению:
а) играют вместе со мной;
б) положительное;
в) нейтральное;
г) отрицательное;
в) резко отрицательное.

23. Когда вы долго не играете или не находитесь в Интернете, вы испытываете:
а) беспокойство;
б) раздражительность;
в) чувство дискомфорта;
г) чувство подавленности;
д) чувство пустоты.

24. Как часто вы откладываете встречи с друзьями и личные дела из-за

компьютерных игр, Интернета, игровых автоматов:

а) иногда;
б) редко;
в) часто;
г) очень часто;
д) всегда;
е) это ко мне не относиться.

25. Являются ли компьютерные игры, игры на автоматах, Интернет причиной проблем с учебой или работой:

а) иногда;
б) редко;
в) часто;
г) очень часто;
д) всегда;
е) это ко мне не относиться.

26. Отмечается ли в последнее время по каким-либо признакам ухудшение здоровья (обвести до 3 букв):

а) беспокойный сон;
б) бессонница;
в) боль в кистях рук;
г) сухость, жжение глаз;
д) боли в спине;
е) онемение пальцев рук.

27. В реальной жизни вам свойственны (отметить до 3-4 букв):

а) тревожность;
б) депрессия;
в) одиночество;
г) недовольство окружающими;
в) недовольство собой;
г) невозможность расслабиться.

Оценка результатов. Подсчет суммарного балла осуществляется с помощью ключа:

Баллы	Вопросы									
	12	13	16	18	19	20	23	24	25	26
0	г	–	а	–	е	б	–	е	е	–
1	а	а	б	б,в,д	а,б	а	–	а,б	а,б	а,б,в,г,д,е
2	б	б	в	а,г	в	–	а,б,в,г,д	в	в	–
3	в	в	г	–	г	–	–	г	г	–
4	–	г	–	–	д	–	–	д	д	–

Сумма баллов 5-10 принимается за норму, 10-15 баллов – группа риска, от 15 баллов и выше – аддикты.

Опросник установок по отношению к Интернету

Характеристика теста. Опросник создан в 2002 году в Канаде, включает в себя 36 вопросов. Вопросы составлены на основе уже описанных поведенческих симптомов зависимости от Интернета, а также связанных с интернетзависимостью феноменом промедления, депрессией, импульсивностью и патологическим увлечением азартными играми (Davis et al, 2002).

Опросник содержит 4 шкалы:

- социальный комфорт;
- одиночество/депрессия;
- сниженный самоконтроль;
- отвлечение.

Шкала «Социальный комфорт» включает в себя вопросы о том, как испытуемый себя чувствует в Интернете (например, «В сети я часто чувствую успокоение», «В сети я могу быть самим собой» и др.), устанавливает ли в Интернете социальные связи (например, «Человека легче близко узнать через Интернет, чем при непосредственном общении» или «В сети отношения с людьми бывают более глубокими, чем в жизни»). Шкала «Одиночество/депрессия» включает в себя вопросы о чувстве одиночества в реальной жизни и невозможности существовать без Интернета (например, «Меня любят лишь немногие помимо моих сетевых знакомых», «Не могу себе представить, что смог бы когда-либо обходиться без Интернета более или менее долго»). Шкала «Сниженный самоконтроль» содержит вопросы о наличии навязчивых мыслей об Интернете, неспособности сократить время пользования Интернетом (например, «Я часто продолжаю думать о чем-то, пережитом в Интернете, еще долгое время после выхода из него», «Иногда мне хочется начать меньше пользоваться Интернетом, но я не могу этого сделать»). Шкала «Отвлечение» включает в себя вопросы о том, использует ли испытуемый Интернет как средство для избегания выполнения более важных и ответственных дел (например, «Я часто использую Интернет как предлог, чтобы уйти от неприятных занятий»).

Опросник также может использоваться для измерения общего показателя (общей шкалы) проблематичного использования Интернета, т.е. суммируются все вопросы.

Цель исследования. Выявление характера проблематичного использования Интернет.

Оборудование. Бланк с тестом.

Инструкция. Испытуемым необходимо ответить на вопросы теста, используя шкалу Ликерта, имеющую 7 градаций (от «полностью не согласен» – 1 балл до «полностью согласен» 7 баллов).

- полностью не согласен – 1 балл;
- не согласен – 2 балла;
- скорее не согласен, чем согласен – 3 балла;
- не могу ответить – 4 балла;
- скорее согласен, чем не согласен – 5 баллов;
- согласен – 6 баллов;
- полностью согласен – 7 баллов.

Тест

1. В сети мне лучше всего.
2. Меня любят лишь немногие помимо моих сетевых знакомых.
3. В Интернете я чувствую себя в наибольшей безопасности.
4. Я часто продолжаю думать о чем-то, пережитом в Интернете, еще долгое время после выхода из него.
5. Находясь в Интернете, я часто испытываю своего рода возбуждение или эмоциональный подъём.
6. Человека легче близко узнать через Интернет, чем при непосредственном общении.
7. В сети я часто чувствую успокоение.
8. В сети я могу быть самим собой.
9. В сети ко мне относятся с большим уважением, чем в реальной жизни.
10. Я провожу в Интернете больше времени, чем следовало бы.
11. Окружающие жалуются, что я слишком много пользуюсь Интернетом.
12. Я никогда не бываю в сети дольше, чем планирую.
13. В сети меня принимают таким, какой я есть.
14. В сети отношения с людьми бывают более глубокими, чем в жизни.
15. Вне Интернета я часто о нём думаю.
16. В сети я раскрываюсь с самой лучшей стороны.
17. Мир вне сети увлекает меня меньше, чем нахождение в Интернете.
18. Хотелось бы, чтобы мои знакомые и домашние знали, как меня уважают в сети.
19. Интернет «реальнее», чем реальная жизнь.
20. Когда я в сети, я не думаю о своих обязанностях.
21. Я не могу перестать думать об Интернете.
22. Когда я в сети, мне не так одиноко.
23. Не могу себе представить, что смог бы когда-либо обходиться без Интернета более или менее долго.

24. Интернет – важная часть моей жизни.

25. Без доступа в Интернет я чувствую себя беспомощно.

26. В Интернете я говорю и делаю то, чего никогда не смог бы сказать или сделать вне Интернета.

27. Когда мне нечего делать, я подключаюсь к Интернету.

28. По-моему, я чаще подключаюсь к сети тогда, когда мне следовало бы заниматься чем-то другим.

29. Когда я в сети, мне не нужно думать о проблемах вне сети.

30. Иногда я пользуюсь Интернетом, чтобы отсрочить выполнение более необходимых дел.

31. Когда я в сети, я могу оставить все заботы.

32. Я часто использую Интернет как предлог, чтобы уйти от неприятных занятий.

33. Интернет – это способ забыть о том, что необходимо сделать, но чего делать не хочется.

34. Иногда мне хочется начать меньше пользоваться Интернетом, но я не могу этого сделать.

35. Меня беспокоит, что я не могу перестать пользоваться Интернетом так много.

36. Кажется, что иногда я не в состоянии контролировать время своего пребывания в Интернете.

Оценка результатов. Суммируйте полученные баллы. Оцените особенности интернетзависимого поведения по отдельным шкалам, а также определите общий показатель проблематичного использования Интернета, т.е. суммируются все вопросы.

Анкета для изучения интернетзависимости

Характеристика теста. Кузнецов с соавторами (2011) разработали анкету, для изучения интернетзависимости, в которой предусмотрены вопросы, касающиеся продолжительности времени проведения анкетируемого в интернете, типа посещаемых сайтов, влияния интернета на общение с окружающими, на учебу, работу, на здоровье анкетируемого. Анкета состоит их 10 вопросов.

Цель исследования. Изучение интернетзависимости.

Оборудование. Бланк с тестом.

Инструкция. Ответьте на вопросы теста, выбрав тот вариант ответа, который является наиболее подходящим для Вас

Тест

1. Сколько вам лет?

а) 0-10;
б) 11-15;
в) 16 и старше.

2. Где вы пользуетесь компьютером?
а) дома;
б) у друзей;
в) в клубе.

3. Сколько времени вы проводите в интернете?
а) менее двух часов в месяц;
б) более двух часов в месяц;
в) более двух часов в день;
г) более пяти часов в день.

4. Какие сайты в интернете вы посещаете чаще всего?
а) сайты знакомств;
б) игровые, развлекательные сайты;
в) поисковые сайты;
г) сайты, где есть чат-комнаты.

5. Какова ваша потребность в интернете?
а) отношусь равнодушно;
б) периодически возникает потребность выйти в интернет;
в) испытываю ежедневную потребность в интернете;
г) не представляю свою жизнь без интернета.

6. Как влияет интернет на ваше общение с окружающими?
а) никак не влияет;
б) с появлением интернета стал (а) меньше общаться с друзьями;
в) интернет заменяет мне реальное общение.

7. Влияет ли интернет на вашу учебу (работу)?
а) не влияет;
б) интернет помогает мне учиться (работать);
в) мешает учебе (работе).

8. Как вы считаете интернет влияет на ваше здоровье?
а) не влияет;
б) влияет незначительно;
в) здоровье значительно ухудшилось.

9. Ваше отношение к интернету.

а) считаете полезным открытием;
б) вам все равно;
в) считаете, бесполезной тратой времени.

10. Сколько времени вы пользуетесь интернетом?
а) меньше года;
б) больше года;
в) больше трех лет.

Оценка результатов. По результатом теста оцените характер интернетзависимости тестируемого.

Анкета на выявление возможной интернетзависимости

Характеристика теста. Анкета направлена на выявление возможной интернетзависимости или интернетаддикции: общение в сети может «затягивать» субъекта, не оставляя ему времени на другие виды деятельности. В зависимости от результатов анкеты определяется степень воздействия сети и привыкания к интернетобщению (Воздействие сети, 2012). При частом и долгом общении в сети Интернет при помощи популярных средств связи можно говорить о некоторой зависимости, особенно среди подростков; люди, использующие Интернет в рабочих целях, негативному влиянию подвержены гораздо меньше, чем использующие его в личных целях.

Цель исследования. Выявление возможной интернетзависимости.
Оборудование. Бланк с тестом.
Инструкция. Ответьте на вопросы теста, выбрав тот вариант ответа, который является наиболее подходящим для Вас (в некоторых вопросах необходимо вписать свой вариант ответа).

Тест

1. Общаетесь ли Вы с помощью сети Интернет?
   - *да*
   - *нет*

2. Как Вы можете охарактеризовать процесс общения в Интернете:
   - *общаюсь только по работе (с заказчиком, начальником, клиентом и пр.)*
   - *общаюсь ради самого общения, знакомлюсь, переписываюсь с друзьями и пр.*
   - *общаюсь как по работе, так и из-за личного интереса*
   - *иное*_____

3. Укажите Ваш примерный стаж общения с помощью Интернета? (в годах, но, если это возможно, то в месяцах) _____ .

4. Согласны ли Вы со следующим утверждением: «В моей жизни был период, когда я общался (общалась) с помощью Интернета достаточно интенсивно, но сейчас я стал(стала) общаться таким образом намного реже»

- *да*
- *нет*

5. Как часто Вы пользуетесь Интернетом для общения?

- *общаюсь каждый день или почти каждый день*
- *1-2 раза в неделю*
- *от 1 до 3 раз в месяц*
- *очень редко, раз в несколько месяцев и даже реже*

6. Каким из перечисленных ниже средств общения вы пользуетесь чаще всего?

- *электронная почта*
- *чат*
- *форум*
- *ролевые игры (mud's)*
- *icq*
- *иное*_____

7. Ваш пол_____

8. Возраст_____

9. Образование_____

10. Род занятий (с указанием специальности)

- *учеба*
- *работа*
- *иное*_____

Оценка результатов. По результатам теста определяется степень воздействия сети и привыкания к интернетобщению.

Тест «Зависимы ли Вы от Интернета?»

Характеристика теста. Тест состоит из 10 вопросов, с предложен-

ными вариантами ответов (никогда – 0 баллов; иногда – 1 балл; часто – 2 балла; почти всегда – 3 балла).

Если анкетируемый набирает 0-12 баллов – не о чем беспокоиться, Интернет испытуемый использует только как подручный инструмент, который не оказывает на него никакого влияния, но существенно помогает облегчить жизнь. При 13-21 баллах – средний пользователь сети, можете изучать сеть временами чуть дольше нужного, но определенно владеете ситуацией. При сумме баллов 22-30 баллов – по всей видимости, у испытуемого серьезные проблемы из-за Интернета, стоит учитывать серьезное влияние сети на Вашу жизнь (Воздействие сети … 2012).

Цель исследования. Выявление степени зависимости от Интернета.

Оборудование. Бланк с тестом.

Инструкция. Ответьте на вопросы теста, выбрав тот вариант ответа, который является наиболее подходящим для Вас.

Тест

1. Как часто Вы обнаруживаете, что задержались в сети дольше, чем задумывали?

- *никогда*
- *иногда*
- *часто*
- *почти всегда*

2. Как часто Вы забрасываете свои домашние обязанности для того, чтобы провести больше времени в сети?

- *никогда*
- *иногда*
- *часто*
- *почти всегда*

3. Как часто Ваши знакомые жалуются по поводу количества времени, которое Вы проводите в сети?

- *никогда*
- *иногда*
- *часто*
- *почти всегда*

4. Как часто Вы проверяете свою электронную почту, прежде чем заняться чем-то другим?

- *никогда*
- *иногда*

– *часто*
– *почти всегда*

5. Как часто страдает Ваша эффективность или продуктивность на работе из-за использования Вами Интернета?
– *никогда*
– *иногда*
– *часто*
– *почти всегда*

6. Как часто Вы сопротивляетесь и секретничаете, когда Вас спрашивают о том, что Вы делаете в сети?
– *никогда*
– *иногда*
– *часто*
– *почти всегда*

7. Как часто Вы отодвигаете на второй план неприятные мысли о своей жизни, заменяя их успокаивающими мыслями об Интернете?
– *никогда*
– *иногда*
– *часто*
– *почти всегда*

8. Как часто Вы боитесь, что жизнь без Интернета станет скучной, пустой и безынтересной?
– *никогда*
– *иногда*
– *часто*
– *почти всегда*

9. Как часто Вы огрызаетесь, кричите или действуете раздраженно, когда кто-то беспокоит Вас, когда Вы в сети?
– *никогда*
– *иногда*
– *часто*
– *почти всегда*

10. Как часто Вы пытаетесь урезать свое время пребывания в сети и терпите неудачу?
– *никогда*

– *иногда*
– *часто*
– *почти всегда*

Оценка результатов. Суммируйте полученные баллы и определите степень своей зависимости от Интернета.

Есть ли у вас интернетзависимость?

Характеристика теста. Тест состоит из 10 вопросов, с тремя вариантами ответ (Литвиненко, 2012).

Цель исследования. Выявление наличия интернетзависимого поведения

Оборудование. Бланк с тестом.

Инструкция. Ответьте на вопросы теста, выбрав тот вариант ответа, который является наиболее подходящим для Вас.

Тест

1. Ежедневно вы проводите в Интернете…

А) 1-2 часа.

Б) Не больше 1 часа.

В) Больше 3 часов.

2. Если в силу своей профессии вы вынуждены сидеть за компьютером целый день, то приходя домой вы…

А) Только проверяете личную почту.

Б) Включаете компьютер лишь в случае экстренной необходимости.

В) С удовольствием проводите свободное время за компьютером, так как «на работе – это по делу, а дома – для души».

3. В скольких социальных сетях вы зарегистрированы и как регулярно общаетесь?

А) В 1-2, но общаюсь периодически.

Б) Ни в одной. Мне жаль тратить время на виртуальное общение в соцсетях, когда можно «вживую».

В) Во всех, какие знаю, и стараюсь общаться ежедневно.

4. Новый интересный фильм вы обязательно…

А) Посмотрите дома, как только сможете купить диск хорошего качества.

Б) Сходите посмотреть в кинотеатр.

В) Посмотрите он-лайн в Интернете.

5. Утром в выходной день вы, проснувшись, первым делом…

А) Включаете телевизор или радио «для приятного фона».

Б) Приводите себя в порядок и завтракаете, наслаждаясь тишиной и покоем.

В) Включаете компьютер и выходите в Интернет.

6. Для того, чтобы расслабиться после тяжелого дня вам достаточно:

А) Посмотреть любимое ток-шоу по ТВ (сериал и т.д.) или посидеть с друзьями в кафе.

Б) Прогуляться пешком или почитать интересную книгу.

В) Сразиться в компьютерную игру до безоговорочной победы над виртуальным противником в Сети.

7. Если вы сталкиваетесь со сложной жизненной ситуацией, то предпочитаете…

А) Обсудить это по электронной переписке с лучшим другом.

Б) Ограничиться обсуждением в кругу семьи.

В) «Излить душу» в своем блоге в Интернете или «побродить» по форумам, где обсуждают аналогичные проблемы.

8. Бывает, что вы не высыпаетесь (опаздываете на работу и пр.) из-за того, что с вечера «засиделись» в Интернете до поздней ночи?

А) Иногда бывает.

Б) Такого со мной еще не было.

В) Частенько бывает, ведь в Интернете столько всего интересного, что время летит незаметно…

9. Как часто вы слышите упреки от близких, что вы слишком много времени проводите за компьютером и слишком мало уделяете внимания семье (родителям, детям, любимому человеку и др.)?

А) Периодически слышу,

Б) Я не даю для них повода.

В) Постоянно слышу, но не согласна (не согласен) с этим категорически!

10. С чем для вас ассоциируется слово «Интернет»?

А) С массой практических возможностей без выхода из дома.

Б) С источником полезной информации.

В) С незримым другом, на которого всегда можно положиться и который никогда не оставит один на один с моими проблемами.

Оценка результатов. Подсчитайте количество ответов категории

«А», «Б» и «В» и оцените характер интернетзависимого поведения.

Если больше ответов «А». Будьте осторожны: Интернет, как паук, все дальше и дальше затягивает вас в свои сети. Наверняка вы согласны с писателем Янушем Вишневским: «Интернету надо бы поклоняться точно так же, как вину и огню. Потому что это гениальное изобретение. Какая еще почта бывает открыта в два часа ночи?» И хотя о зависимости говорить еще рано, но первые тревожные «звоночки» уже прозвучали. В ваших силах еще изменить порядок вещей.

Если больше ответов «Б». Вам не о чем беспокоиться: зависимости у вас нет, а Интернет для вас – лишь один из полезных инструментов в жизни, и не более. В этом вы, скорее всего, солидарны с писательницей Мартой Кетро: «Интернет несет читателю тонны мусора и крупинки золотого песка, и умение выбрать самое интересное становится весьма востребованным талантом». Только старайтесь не быть излишне консервативны: все-таки прогресс никто не отменял.

Если больше ответов «В». Увы, вы уже зависите от Интернета больше, чем вам может показаться. Похоже, он – это главное, что есть в вашей жизни, и если неожиданно Вас его лишить, вы почувствуете себя беспомощным и одиноким. Возьмите себе на вооружение высказывание мудрого фантаста Артура Кларка: « Искать что-либо в Интернете — все равно, что пытаться зачерпнуть стакан воды из Ниагары». Если возвращаться в реальный мир из виртуального Вам с каждым разом все сложнее, обратитесь за консультацией к психологу. Это как раз тот случай, когда «промедление смерти подобно».

Методика диагностики склонности к различным зависимостям (Г.В. Лозовая)

Характеристика теста. Методика представляет собой анкету шкального типа с пятью вариантами ответов (нет –1 балл, скорее нет – 2 балла, ни да, ни нет – 3 балла, скорее да – 4 балла, да – 5 баллов). Опросник содержит 70 вопросов, направленных на изучение склонности индивида к 13 видам зависимостей: алкогольная, телевизионная, любовная, игровая, сексуальная, пищевая, религиозная, трудовая, лекарственная, компьютерная, табачная, наркотическая, зависимость от здорового образа жизни и общая склонность к зависимостям.

По мнению автора, результаты диагностики являются ориентировочными и показывают общую склонность к той или иной зависимости, не являясь основанием для постановки того или иного диагноза. Практическое применение методики разработчиком этой компьютерной программы показало ее наибольшую эффективность в профилактической работе по предупреждению различных форм зависимостей. Поэтому, тексты интерпретаций представляют собой краткое описание зависимых форм поведения в

их выраженной форме независимо от количественных тестовых показателей конкретного испытуемого. Такая стратегия создания текстового отчета по результатам тестирования, как считает разработчик, направлена на предупреждение клиента о возможных негативных последствиях по всем формам зависимостей, которые исследует данная методика (Диагностика склонности …, 2002).

Цель исследования. Выявление склонности к различным зависимостям.

Оборудование. Бланк с тестом.

Инструкция. Ответьте на вопросы теста, выбрав тот вариант ответа, который является наиболее подходящим для Вас.

Тест

Варианты ответов:

- *нет,*
- *скорее нет,*
- *ни да, ни нет,*
- *скорее да,*
- *да*

1. Время от времени мне очень хочется выпить, чтобы расслабиться.
2. В свое свободное время я чаще всего смотрю телевизор.
3. Я считаю, что одиночество – это самое страшное в жизни.
4. Я – человек азартный и люблю азартные игры.
5. Секс – это самое большое удовольствие в жизни.
6. Я довольно часто ем не от голода, а для получения удовольствия.
7. Я соблюдаю религиозные предписания.
8. Я все время думаю о работе, о том, как сделать ее лучше.
9. Я довольно часто принимаю лекарства.
10. Я провожу очень много времени за компьютером.
11. Не представляю свою жизнь без сигарет.
12. Я активно интересуюсь проблемами здоровья.
13. Я пробовал наркотические вещества.
14. Мне тяжело бороться со своими привычками.
15. Иногда я не помню произошедшего во время опьянения.
16. Я могу долго щелкать пультом в поисках чего-нибудь интересного по телевизору.
17. Главное чтобы любимый человек всегда был рядом.
18. Время от времени я посещаю игровые автоматы.
19. Я не думаю о сексе только когда я сплю.
20. Я постоянно думаю о еде, представляю себе разные вкусности.
21. Я довольно активный член религиозной общины.

22. Я не умею отдыхать, чувствую себя плохо во время выходных.
23. Лекарства – самый простой способ улучшить самочувствие.
24. Компьютер – это реальная возможность жить полной жизнью.
25. Сигареты всегда со мной.
26. На поддержание здоровья не жалею ни сил, ни денег, ни времени.
27. Попробовать наркотик – это получить интересный жизненный урок.
28. Я считаю, что каждый человек от чего-то зависим.
29. Бывает, что я чуть-чуть перебираю, когда выпиваю.
30. Телевизор включен большее время моего пребывания дома.
31. Когда я не вместе с любимым человеком, я постоянно думаю о нем.
32. Игра дает самые острые ощущения в жизни.
33. Я готов идти на « случайные связи», ведь воздержание от секса для меня крайне тяжело.
34. Если кушанье очень вкусное, то я не удержусь от добавки.
35. Считаю что религия – единственное, что может спасти мир.
36. Близкие часто жалуются, что я постоянно работаю.
37. В моем доме много медицинских и подобных препаратов.
38. Иногда, сидя у компьютера я забываю поесть или о каких то делах.
39. Сигарета это самый простой способ расслабиться.
40. Я читаю медицинские журналы и газеты, смотрю передачи о здоровье.
41. Наркотик дает самые сильные ощущения из всех возможных.
42. Привычка – вторая натура, и избавиться от нее глупо.
43. Алкоголь в нашей жизни – основное средство расслабления и повышения настроения.
44. Если сломался телевизор, то я не буду знать, чем себя развлечь вечером.
45. Быть покинутым любимым человеком – самое большое несчастье, которое может произойти.
46. Я понимаю азартных игроков, которые могут в одну ночь выиграть состояние, а в другую проиграть два.
47. Самое страшное это получить физическое увечье, которое вызовет сексуальную неполноценность.
48. При походе в магазин не могу удержаться, что бы не купить что-нибудь вкусненькое.
49. Самое главное в жизни – жить наполненной религиозной жизнью.
50. Мера ценности человека заключается в том, на сколько он отдает себя работе.
51. Я довольно часто принимаю лекарства.
52. «Виртуальная реальность» более интересна, чем обычная жизнь.
53. Я ежедневно курю.
54. Я стараюсь неотступно соблюдать правила здорового образа жизни.
55. Иногда я употребляю средства, считающиеся наркотическими.

56. Человек – существо слабое, нужно быть терпимым к его вредным привычкам.

57. Мне нравится выпить и повеселиться в веселой компании.

58. В наше время почти все можно узнать из телевизора.

59. Любить и быть любимым это главное в жизни.

60. Игра – это реальный шанс сорвать куш, выиграть много денег.

61. Секс – это лучшее времяпровождение.

62. Я очень люблю готовить и делаю это так часто, как могу.

63. Я часто посещаю религиозные заведения.

64. Я считаю, что человек должен работать на совесть, ведь деньги это не главное.

65. Когда я нервничаю, я предпочитаю принять успокоительное.

66. Если бы я мог, то все время занимался бы компьютером.

67. Я – курильщик со стажем.

68. Я беспокоюсь за здоровье близких, стараюсь привлечь их к здоровому образу жизни.

69. По интенсивности ощущений наркотик не может сравниться ни с чем.

70. Глупо пытаться показать свою силу воли и отказаться от различных радостей жизни.

Оценка результатов. Суммируются баллы по отдельным видам склонностей к зависимостям:

1. Алкогольная зависимость: 1, 15, 29, 43, 57.
2. Телевизионная зависимость: 2, 16, 30, 44 ,58.
3. Любовная зависимость: 3, 17, 31, 45, 59.
4. Игровая зависимость: 4, 18, 32, 46, 60.
5. Сексуальная зависимость: 5, 19, 33, 47, 61.
6. Пищевая зависимость: 6, 20, 34, 48, 62.
7. Религиозная зависимость: 7, 21, 35, 49, 63.
8. Трудовая зависимость: 8, 22, 36, 50, 64.
9. Лекарственная зависимость: 9,23,37,51,65.
10. Компьютерная зависимость: 10,24,38,52,66.
11. Табачная зависимость: 11, 25, 39, 53, 67.
12. Зависимость от здорового образа жизни: 12, 26, 40, 54, 68.
13. Наркотическая зависимость: 13, 27, 41, 55, 69.
14. Общая склонность к зависимостям: 14, 28, 42, 56, 70.

Условные нормы: 5-11 баллов – низкая; 12-18 средняя; 19-25 – высокая степень склонности к зависимостям.

Алкогольная зависимость. Алкоголь занимает неподобающе высокое место в иерархии ценностей человека; употребляемое количество

спиртных напитков всегда или в большинстве случаев превосходит предполагаемое или планируемое (утрата контроля дозы алкоголя); употребление алкоголя продолжается вопреки возникающим препятствиям со стороны окружения, профессиональным и социальным интересам личности; употребление алкоголя сопровождается развитием синдрома отмены (совокупность психофизических нарушений, вызванных прекращением приема спиртных напитков вслед за их продолжительным или массивным употреблением).

Телевизионная зависимость. Все свободное время человек проводит перед телевизором – включает его почти сразу же после прихода домой. Телевизор сопровождает все аспекты жизнедеятельности – работает даже в то время, когда человек занят чем-то другим: едой, работой и тому подобное. Ситуации невозможности смотреть телевизор (например, в случае отключения электроэнергии) воспринимаются как ощутимый дискомфорт, человек не знает, чем себя занять; проведя время у телевизора, он понимает, что ему нечего вспомнить, он не получил никакой ценной информации.

Любовная зависимость – это зависимость отношений с фиксацией на другом человеке. При этих отношениях непропорционально много времени и внимания уделяется любимому человеку. Мысли об этом человеке доминируют в сознании, становясь сверхценной идеей. Процесс носит в себе черты навязчивости, сочетаясь с насильственностью, от которой чрезвычайно трудно освободиться. Личность находится во власти переживания нереальных ожиданий в отношении другого человека без критики к своему состоянию. Человек забывает о себе, перестает заботиться о себе и думать о своих потребностях вне зависимых отношений. Это распространяется и на отношение к родным и близким.

Игровая зависимость – склонность к частым повторным эпизодам участия в азартных играх, что доминирует в жизни личности и ведет к снижению социальных, профессиональных, материальных и семейных ценностей, не уделяется должного внимания обязанностям в этой сфере. Для игровой зависимости характерны: постоянная вовлеченность, увеличение времени, проводимого в ситуации игры; изменение круга интересов, вытеснение прежних мотиваций игровой, постоянные мысли об игре, преобладание и воображении ситуаций, связанных с игровыми комбинациями; «потеря контроля», выражающаяся в неспособности прекратить игру как после большого выигрыша, так и после постоянных проигрышей. Состояния психологического дискомфорта, раздражения, беспокойства, развивающиеся через сравнительно короткие промежутки времени после очередного участия в игре, с труднопреодолимым желанием снова приступить

к игре; постепенное увеличение частоты участия в игре, стремление ко все более высокому риску; периодически возникающие состояния напряжения, сопровождающиеся игровым «драйвом», все преодолевающим стремлением найти возможность участия в азартной игре; быстро нарастающее снижение способности сопротивляться соблазну, которое выражается в том, что, решив раз и навсегда «завязать», при малейшей провокации (встреча со старыми знакомыми, разговор на тему игры, наличие рядом игорного заведения и т.д.) зависимое поведение возобновляется.

Сексуальная зависимость **–** сверхзанятость мыслями на сексуальную тематику, носящая навязчивый характер. Секс становится любимой темой размышлений. Фантазирование на сексуальные темы меняет восприятие многих вещей. В окружающих видятся лишь сексуальные объекты. Другие занятия рассматриваются как необходимые, но неприятные. С течением времени зависимое поведение начинает включать сексуальные реализации и становится повседневным ритуалом, для которого резервируется специальное время. Контроль над различными видами сексуальной активности теряется. Человек ведет двойную жизнь, он перестает интересоваться другими вещами, не заботится о своем здоровье, ему становится трудно преодолевать житейские трудности. Более важным для него представляется все время навязчиво доказывать свою состоятельность в сексуальном плане.

Пищевая зависимость **–** это нарушение пищевого поведения человека, которое возникает тогда, когда еда используется как средство ухода от субъективной реальности. Во время стресса возникает стремление «заесть» неприятность. Это удается, поскольку происходит фиксация на вкусовых ощущениях и вытеснение неприятных переживаний. Может появиться стремление затянуть процесс еды во времени: дольше и больше есть. Человек начинает есть слишком много и слишком часто. На каком-то этапе он уже стыдится переедания, стремится скрыть факт зависимости и начинает есть в одиночку, в промежутках между любой активной деятельностью. Все это приводит к опасным для здоровья последствиям: нарастанию веса, нарушению обмена веществ и потере контроля, в результате чего человек употребляет количество пищи, представляющее опасность для жизни.

Религиозная зависимость **–** зависимость от религиозной организации (официальной конфессии или секты). Вера в высшие силы является неадекватным способом решения внутренних проблем, уводит от реальности, является следствием желания обрести уверенность в себе через обретение «покровителя», отказа от ответственности за происходящее. Наиболее характерные изменения поведения личности состоят в следующем: от-

чуждение от близких (вплоть до ухода из дома), друзей, лиц противоположного пола; утрата прежних интересов, резкая переоценка ценностей и изменение мировоззрения. Отказ от учебы или работы или формальное отношение к ним, с полным погружением в религиозную деятельность (большую часть времени проводит в организации). Резкое изменение обычного образа жизни (перестает читать газеты, журналы, книги, смотреть и слушать передачи нерелигиозного содержания, стремится во всем следовать правилам, которые диктует религиозное учение). Аскетизм (изменение режима питания с систематическим недоеданием, отказ от употребления некоторых продуктов, резкое ограничение сна, пренебрежение к здоровью, внешности и материальным благам). Изменения поведения (исчезают или становятся редкими шутки, смех; голос, мимика, эмоции становятся излишне «ровными», спокойными); сверхценные идеи – полная убежденность в новых мировоззренческих позициях, безграничное доверие к организации, идеализация религиозного руководителя.

Трудовая зависимость **–** выраженное стремление уйти от реальности посредством изменения своего психического состояния, которое в данном случае достигается фиксацией на работе. Причем работа не представляет собой того, что она выполняет в обычных условиях: зависимый человек не стремится к работе в связи с экономической необходимостью, работа не является и одной из составных частей его жизни – она заменяет собой привязанность, любовь, развлечения, другие виды активности. Одной из важных особенностей трудовой зависимости является непреодолимое стремление к постоянному успеху и одобрению со стороны окружающих. Человек испытывает страх потерпеть неудачу, «потерять лицо», быть обвиненным в некомпетентности, лени, оказаться хуже других в глазах начальства. При этом он настолько фиксирован на работе, что постоянно отчуждается от семьи, друзей, все более замыкаясь в системе собственных переживаний. Развитие процесса сочетается с нарастанием эмоциональной опустошенности, нарушается способность к эмпатии. Межличностные отношения затрудняются, воспринимаются как тягостные, требующие большой энергетической затраты.

Лекарственная зависимость **–** прием лекарственных средств в дозах, превышающих терапевтический эффект. Риск возникновения зависимости наступает тогда, когда эти медицинские препараты начинают использоваться регулярно в качестве успокаивающих и снотворных. Появляются элементы зависимости (частые случаи употребления, попытки прекратить прием и срывы). Малейший психологический дискомфорт становится поводом для принятия лекарственных средств. Появляется ряд нарушений психофизического состояния: сонливость, трудности с концентрацией внимания, рассеянность, подергивание мышц рук и лица. Зло-

употребление снотворными вызывает психоорганический синдром: головные боли, нарушение памяти, плохая переносимость жары и душных помещений, головокружения, нарушения сна, явления потери контроля над дозой приема.

Компьютерная зависимость. Данный вид зависимости может быть разновидностью игровой (объект интереса – компьютерные игры), любовной (чаты Интернета), трудовой (создание компьютерных программ и всего, что связано с функционированием компьютера), сексуальной (эротические и порнографические сайты). Признаки компьютерной зависимости: огромные временные затраты, не считаясь ни с чем (может заснуть у компьютера, забыть о встрече или о деле); компьютерный мир воспринимается как более важный, яркий и реальный, чем жизнь без компьютера, которая является «скучной обязанностью», отвлекающей от главного; забвение альтернативных интересов, полное погружение в виртуальную реальность (страдает личная жизнь, карьера, здоровье); окружающие воспринимают такого человека как «не от мира сего»; зачастую такой человек выглядит как неряшливый, присутствуют очевидные проблемы в общении с реальными людьми, не занимающимися компьютерами, склонность к изоляции, самозащите.

Табачная зависимость. Курение табака носит систематический характер без всяких перерывов. Потребление табака постепенно увеличивается и по истечении 1-5 лет (индивидуально) достигает апогея: за сутки в среднем выкуривается 1-2 пачки сигарет. Зависимый курит натощак утром до завтрака, просыпается по ночам, чтобы покурить, автоматически выкуривает подряд несколько сигарет в стрессовых ситуациях. Он не в состоянии самостоятельно, несмотря на не однократные попытки, прекратить курение или снизить число выкуриваемых сигарет. Курение приобретает навязчивый характер. При обрыве курения обязательно появляется ряд физических и психических расстройств. Человек продолжает курить, даже если у него не все в порядке со здоровьем (заболевания сердечно-сосудистой системы, дыхательной, желудочно-кишечной системы). Появляются признаки физического недомогания, чувство дискомфорта при отсутствии сигарет, острое желание покурить. Затем появляются признаки некоторых заболеваний: поражение желудка, сердца, сосудов, головного мозга.

Зависимость от здорового образа жизни – чрезмерное увлечение своим здоровьем, которое доминирует в жизненных ценностях и интересах личности. Сверхценный характер этого увлечения может принимать самые различные формы: посещение тренажерных залов, спортзалов, фитнес клубов, массажных кабинетов, специфические диеты, употребление пищевых добавок и витаминов, голодание, закаливание и даже обращение к

пластическим хирургам. Человек регулярно читает медицинские журналы и газеты, смотрит передачи о здоровье, старается неотступно соблюдать правила здорового образа жизни, беспокоится за здоровье близких. На поддержание своего здоровья он не жалеет ни сил, ни денег, ни времени. В результате подобной гонки за здоровым образом жизни нарушаются отношения с окружающими, семьей, возникают проблемы в профессиональной деятельности, а применение методов самооздоровления и самолечения без контролируемого надзора специалиста могут привести к негативным последствиям для психического и физического здоровья зависимого человека.

Наркотическая зависимость **–** болезненное состояние, характеризующееся настоятельной потребностью в повторном многократном употреблении психоактивных средств, принимающей форму непреодолимого влечения. По мере развития зависимости отмечаются быстрые нарастающие расстройства психики и поведения. Появляются беспричинные колебания настроения, раздражительность, агрессивность. Быстро наступает отчуждение от родных и близких, появляются лживость и скрытность, изменяется (всегда в худшую сторону) круг общения. Нарастает, а в некоторых случаях приобретает крайние формы эгоцентризм. Снижается интерес к учебе и работе, человек становится безответственным. Зависимые от наркотиков систематически не выполняют взятые на себя обязательства. Отмечаются несвойственные ранее денежные траты и склонность к образованию долгов. Для систематического и в то же время скрытого от родных употребления наркотиков они часто и надолго уходят из дома. Большая часть времени тратится не столько на употребление наркотиков, сколько на поиск средств для его приобретения и само приобретение.

Общая склонность к зависимостям. Зависимое поведение – одна из форм деструктивного поведения, которая выражается в стремлении к уходу от реальности путем изменения своего психического состояния посредством приема некоторых веществ или постоянной фиксации внимания на определенных предметах или активностях (видах деятельности), что сопровождается развитием интенсивных эмоций. Этот процесс настолько захватывает человека, что начинает управлять его жизнью. Человек становится беспомощным перед своим пристрастием. Волевые усилия ослабевают и не дают возможности противостоять зависимости. Зависимая личность в своих попытках ищет свой универсальный и слишком односторонний способ адаптации к окружающей действительности и уход от проблем. В стрессовых ситуациях в качестве способа восстановления психологического, комфорта такой человек стремится к искусственному изменению психического состояния, получению субъективно приятных эмоций. Таким образом, создается иллюзия решения проблемы. Создается субъективное

впечатление, что, таким образом, обращаясь к фиксации на каких-то предметах или действиях, можно не думать о своих проблемах, забыть о тревогах, уйти от трудных ситуаций, используя разные варианты зависимого поведения. Подобный способ «борьбы» с реальностью закрепляется в поведении человека и становится устойчивой стратегией взаимодействия с действительностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурова, (Лоскутова) В.А. Механизмы формирования Интернет-аддикции [Текст] / В.А.Бурова (Ласкутова), В.И.Есаулов // Тезисы докладов Съезда психиатров России – М.: 2000. – С. 290-291.
2. Воздействие сети Интернет на личность [Электронный ресурс] http://intervo.narod.ru/anketa.htm 20.07.12.
3. Войскунский, А.Е. Актуальные проблемы зависимости от Интернета [Текст] / А.Е.Войскунский // Психологический журнал. 2004. Т.25.– № 1. – С.90-100.
4. Диагностика склонности к различным видам зависимости (Лозовая Г.В.) / Компьютерная психологическая диагностика 2002 [Электронный ресурс] Режим доступа http://cpd2002.pisem.net/TEST/SRVZ.htm. 14.04.12.
5. Дмитриев, М.Г. Психолого-педагогическая диагностика делинквентного поведения у трудных подростков [Текст] / М.Г. Дмитриев, В.Г.Белов, Ю.А. Парфенов – СПб.: ЗАО «ПОНИ», 2010. – 316 с.
6. Егоров, А.Ю. Расстройства поведения у подростков: клинико-психологические аспекты [Текст] /А.Ю.Егоров, С.А.Игумнов. – СПб.: Речь, 2005. – 436 с.
7. Жичкина, А. Шкала Интернет-зависимости А.Жичкиной [Электронный ресурс] / А.Жичкина. – 2004. – Режим доступа http://flogiston.ru/articles/netpsy/addiction. 13.02.12.
8. Кузнецов, К.В. Исследования Интернет-зависимости [Текст] / К.В.Кузнецов, А.А.Данилейко // Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов. 2011. – № 9.
9. Кулаков, С.А. Практикум по клинической психологии и психотерапии подростков [Текст] / С.А.Кулаков – СПб.: Речь, 2004. – 464 с.
10. Литвиненко Н. Тест на Интернет-зависимость [Электронный ресурс] /МЕД-ИНФО.РФ / Н.Литвиненко– Режим доступа http://med-info.ru/ 25.09.12.
11. Лоскутова, В.А. Тест на интернет-зависимость (полная версия теста) [Электронный ресурс] /В.А.Ласкутова – /Режим доступа: http://user.lvs.ru/vita/test/default_old.htm. 23.12.11г.
12. Малыгин, В.Л. Интернет-зависимое поведение: критерии диагностики [Электронный ресурс] / В.Л.Малыгин, К.А.Феклисов // Ежеквартальный сетевой научно-практический журнал «Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья» ВГМА им. Н.Н. Бурденко. – 2011. – № 44. – Режим доступа http://www.vsma.ac.ru/publ/vest/044/site/index23.html 16.01.12г.
13. Методика выявления отношения к Интернету «Незаконченные предложения» [Электронный ресурс] – 2009. – Режим доступа http://www.liveinternet.ru/users/redhead_queen/post115109810/ 2009г

13.02.12.
14. Опросник Е.А. Щепилиной «Восприятие Интернета» [Электронный ресурс] – Режим доступа http://psylist.net/praktikum/00121.htm 15.01.12.
15. Радюк О. Интернет-зависимость [Электронный ресурс] / Олег Радюк. 2004 – Режим доступа http://stress.depressii.net/index.php?s=&w=5&a=4&sid=dd7e816f777b601876202ba02ba68e06 15.01.2012.
16. Тест на Интернет-зависимость [Электронный ресурс] – 2008 – Режим доступа http://www.psyhelp.ru/internet/test.php 23.12.11.
17. Юрьева, Л.Н. Компьютерная зависимость: формирование, диагностика, коррекция и профилактика [Текст] / Л.Н.Юрьева, Т.Ю. Больбот– Днепропетровск: Пороги, 2006. – 196 с.
18. Юрьева, Л.Н., Больбот Т.Ю. Патент на изобретение (11) 72366 A (51) 7 G09B3/00, G09B3/08, G09B3/00, A61B10/00 15.02.2005. Быт. №2.
19. Янг, К.С. Диагноз – Интернет-зависимость [Текст] / К.С.Янг // Мир Интернет. – 2000. – №2. –С.24-29.
20. Chen S.-H., Weng, L.J.Su, Y.J., Wu, H.M., & Yang, P.F.Development of Chinese Internet Addiction Scale and Its Psychometric Study. // Chinese Journal of Psychology, 45(3), 2003 – P.279-294.
21. Davis, R.A., Flett, G.L., Besser, A. Validation of a new scale for measuring problematic Internet use: Implications for pre-employment screening. CyberPsychology&Behavior 4, 2002. – P. 331-345.
22. Morahan-Martin, J. Internet use and abuse and psychological problems. In: J. Joinson, K. McKenna, T. Postmes, & U-D Reips, Oxford Handbook of Internet Psychology. – 2007. – P 331-345. Oxford UK: Oxford University Press.
23. Morahan-Martin, J. Schumacher. P. Attitudinal and experiential predictors of technological expertise. Computers and Human Behavior. –2007. N. 23 (5). – P.2230-2239.
24. Morahan-Martin. J. Internet abuse: Emerging trends and lingering questions. In A.Barak (Ed.), Psychological aspects of Cyberspace: Theory, research and applications. – 2008. – P. 32-69. Cambridge UK: Cambridge University Press.
25. Suler, John. Healthy and Pathological Internet Use An. // Cyber Psychology and Behavior. – 1999. N.2. – P.385-394.
26. Young K. Internet Addiction: The emergence of a new clinical disorder// CyberPsychol. Behavior.– 1996. – Vol. 1, N. 3. – P. 237-244.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ …… 3

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ …….. 4

Краткий тест К.Янг ……. 4

Тест на интернетзависимость В.А. Лоскутовой. ……. 4

Способ скриниговой диагностики компьютерной зависимости 11

Тест на интернетзависимость С.А.Кулакова ……. 13

Опросник «Восприятие Интернета» Е.А.Щепилиной ……. 16

Методика выявления отношения к Интернету «Незаконченные предложения» …… 26

Шкала интернетзависимости А.Жичкиной …… 28

Теста CIAS (Шкала интернетзависимости Чена) …… 29

Тест на интернетаддикцию (Т.А.Никитина, А.Ю.Егоров) ….. 31

Опросник установок по отношению к Интернету …….. 36

Анкета для изучения интернетзависимости …….. 38

Анкета на выявление возможной интернетзависимости ……. 40

Тест «Зависимы ли Вы от Интернета?» …….. 41

Есть ли у вас интернетзависимость? …….. 44

Методика диагностики склонности к различным зависимостям (Лозовая Г.В) ……. 46

ЛИТЕРАТУРА …… 56

Учебное издание

ТЕСТОВЫЕ МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ

Практикум

Составители:
Мусалимова Рида Сагитовна,
Ахмадеев Рустэм Раисович

Редактор Т.В.Подкопаева

Лиц. на издат. деят. Б848421 от 03.11.2000 г. Подписано в печать 27.04.2013.
Формат 60Х84/16. Компьютерный набор. Гарнитура Times.
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. – 2,8. Уч.-изд. л. – 2,6.
Тираж 100 экз. Заказ № 1212.

ИПК БГПУ 450000, г.Уфа, ул. Октябрьской революции, 3а

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. М.АКМУЛЛЫ

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ
(страницы истории)

УФА 2009

УДК
ББК
Ф

Печатается по решению редакционно-издательского совета Башкирского государственного педагогического университета им.М.Акмуллы

Физиология человека и животных (страницы истории): учебное пособие /сост. Р.С.Мусалимова, Л.В.Лязина [Текст]. –Уфа: Изд-во БГПУ, 2009. – 87с.

Пособие содержит статьи о выдающихся ученых-естествоиспытателях, анатомах, врачах, имена которых можно встретить в учебной литературе по анатомии и физиологии. Это лауреаты Нобелевской премии и основоположники научных направлений, ученые-энциклопедисты и практические врачи, оставившие свой след в науке. Отдельная статья посвящена лабораторным животным, изучение которых внесло большой вклад в развитие физиологии.

Рекомендуется для студентов биологических специальностей, изучающих физиологию человека и животных.

Составители: Р.С.Мусалимова, канд. биол. н., доц.;
Л.В.Лязина, канд. биол. н., доц.

Рецензенты: М.Г.Мигранов, д-р биол. н., проф. (БГПУ);
Э.А.Имельбаева, д-р биол.н., проф. (БГМУ).

JSBN

© Издательство БГПУ, 2009

ПРЕДИСЛОВИЕ

Физиология человека и животных как наука об общих закономерностях функционирования организма и его составных частей – клеток, тканей, органов и систем – возникла в XVII столетии. Основоположником экспериментальной физиологии является английский врач, анатом и физиолог Уильям Гарвей, который в результате многолетних наблюдений и экспериментов создал учение о кровообращении.

Долгим, тернистым и сложным был путь познания, многому должны были научиться люди, чтобы жизнь их не омрачалась болезнью, недугом, чтобы раскрыть закономерности функционирования организма, чтобы создать ту науку, которая сегодня называется *физиология.*

История физиологии, как и любой другой области знаний, неразрывно связана с именами ученых, своими научными поисками и открытиями, способствовавшими прогрессу в изучении природы – жизнедеятельности организма животных и человека.

Пособие содержит статьи о выдающихся ученых-естествоиспытателях, анатомах, врачах, имена которых можно встретить в учебной литературе по анатомии и физиологии. Это лауреаты Нобелевской премии и основоположники научных направлений, ученые-энциклопедисты и практические врачи, оставившие свой след в науке. Отдельная статья посвящена лабораторным животным, изучение которых внесло большой вклад в развитие физиологии.

Предпринята попытка представить развитие физиологии в виде совокупности данных, характеризующих вклад известных ученых в развитие той или иной области физиологии. При подготовке статей были использованы литературные источники, справочники, газетно-журнальные публикации. Часть статей проиллюстрирована фотографиями.

«История науки – это не только факты, расположенные в хронологической последовательности, но и мысли, идеи и гипотезы выдающихся ученых по принципиальным вопросам того или иного направления исследований».

Д.С.Саркисов

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ФИЗИОЛОГИИ

Развитие и формирование представлений о физиологии начинается в глубокой древности в связи с потребностями медицины. Наскальные рисунки эпохи палеолита свидетельствуют о том, что первобытные охотники уже знали о положении жизненно важных органов.

До наших времен дошли 10 египетских медицинских трактатов, написанных иероглифами на папирусе. Наиболее ценные из них два папируса 2-го тысячелетия до нашей эры (ок. 1550 г. до нашей эры) – папирус Эберса и папирус Смита. О назначении папируса Эберса свидетельствует его название – «Книга приготовления лекарств для всех частей тела». Она содержит около 900 прописей для лечения органов пищеварения, дыхательных путей, уха, горла, носа, ожогов и кроветворения, глазных, кожных и других болезней. Папирус Смита – это лишь часть обширного трактата, наиболее древних из сохранившихся в истории медицины текстов по хирургии – о строении человеческого тела и оперативном лечении.

В индусской книге «Аюр-Веда» («Знание жизни» VIIв. до н.э.) упоминаются мышцы, кости, связки, сосуды, нервы и другие структуры организма.

Дошедшие до нас сочинения мыслителей и врачей Индии, Греции, Рима свидетельствуют о том, что еще в глубокой древности производили вскрытие трупов животных и вели некоторые физиологические наблюдения, в результате чего уже тогда были собраны отдельные сведения о строении тела человека и животных и о происходящих в организме процессах. Определенным этапом в развитии физиологических представлений явилось использование вивисекционных приемов, начало которым было положено Клавдием Галеном (129-201) – классиком античной медицины, римским врачом и естествоиспытателем. Именно Гален впервые в истории ввел в практику медицины эксперимент, что и послужило основанием считать его одним из предшественников экспериментальной физиологии. Гален впервые начал читать курс анатомии человека, сопровождая лекции вскрытием трупов животных. Вскрытие человеческих трупов в то время было запрещено, в результате чего Гален переносил на человека строение тела животного.

Гиппократ (ок. 460-ок. 370 до н.э.) – один из выдающихся ученых

медицины Древней Греции. Изучению анатомии, эмбриологии и физиологии он придавал первостепенное значение, считая их основой всей медицины. Он сформулировал учение о четырех основных типах телосложения и темперамента. Собрал и систематизировал в своих книгах имевшиеся в то время сведения о строении и функционировании тела человека. Положил начало понятию болезнь как смешение жидкостей (гуморальная регуляция).

Таджикский врач и философ Абу Али Ибн Сина, или Авиценна (ок. 980-1037), написал энциклопедический труд «Канон врачебной науки», в котором были систематизированы и дополнены имевшиеся в то время сведения по анатомии и физиологии. Дал обобщенное описание строения и функций человеческого тела, описал болезни, рецепты лекарств, методы хирургического лечения.

Период с Vв. по XVв., именуемый «средними веками», характеризуется возникновением и развитием феодализма. Переход к феодализму сопровождался в Западной Европе разрушением хозяйственных и культурных связей, разобщением и изоляцией отдельных регионов, утратой многих достижений науки и техники и установлением безраздельного господства церковной идеологии. Немногочисленные физиологические факты, полученные учеными древнего мира, во время феодализма намеренно замалчивались, в средние века запрещалось вскрывать трупы, без чего невозможны точные знания строения и функционирования организма. Так, испанский врач Мигель Сервет (1511-1553) за смелые научные воззрения был сожжен на костре вместе со своей книгой.

XV-XVIIIвв. (эпоха Возрождения) – быстрый рост производительных сил, быстрое развитие астрономии, математики, механики, более полное и разностороннее использование природы, открытие новых источников сырья и материалов, а также новых рынков в результате многочисленных путешествий и расширение торговли – изменили экономику Европы и привели к перевороту в общественной жизни европейских стран. Увеличивается число научных учреждений и обществ. Начинают выходить труды многочисленных академий. Издается всевозрастающее количество естественнонаучных сочинений. Создается и расширяется ряд крупных государственных библиотек.

Большой вклад в развитие анатомии внес итальянский ученый и художник эпохи Возрождения Леонардо да Винчи (1452-1519). Он анатомировал около 30 трупов, сделал множество рисунков костей, мышц, внутренних органов, снабдив их письменными пояснениями.

На протяжении многих веков анатомия и физиология рассматривались вместе, изучение строения тела проводили тогда в тесной связи с исследованиями функций. Важнейшим этапом в становлении физиологии принято считать 1628 г., когда английский врач и физиолог Уильям Гарвей опубликовал работу «Анатомические исследования о движении сердца и

крови у животных», в которой изложил основы своего великого открытия – существования двух кругов кровообращения. *1628 год принято считать датой основания физиологии.*

К наиболее значительным достижениям XVII-XVIIIвв. относится сформулированное французским философом и математиком Рене Декартом (1596-1650) представление об «отраженной деятельности организма». Декарт, используя такие факты, как закономерно возникающее при прикосновении к роговице мигание, выдвинул понятие о рефлексе. По его представлению, в мозгу осуществляется механический переход животных духов с одних нервов на другие, а затем отражение от мозга (отсюда – рефлекс) как луча света от гладкой поверхности. Открытие Декарта послужило основанием для дальнейшего развития физиологии на материалистической основе. Позднее представление о рефлексе, значении нервной системы во взаимоотношении между внешней средой и организмом получило развитие в трудах известного чешского анатома и физиолога Георга (Иржи) Прохаски (1748-1820).

К первой половине XVIIIв. относится начало развития физиологии в России, чему в немалой степени способствовало создание Петром I в 1724г. в Санкт-Петербурге Российской Академии наук, Академического университета и Академической гимназии.

С 1738 г. физиологию как самостоятельную дисциплину начали преподавать в Академическом (позже Санкт-Петербургском) университете. Известную роль в развитии физиологии сыграл основанный в 1755 г. Московский университет. В его составе в 1776 году была открыта самостоятельная кафедра физиологии, которую возглавили М.И.Скидан и И.И.Печь. В 1776г. в Санкт-Петербурге была основана Медико-хирургическая академия, которая сыграла в последующем развитии физиологии исключительную роль. Первая диссертация по физиологии была защищена в 1794 г. Ф.М.Борсук-Моисеевым, в ней рассматривались вопросы регуляции дыхательной функции.

В эту эпоху в развитие физиологии внес значительной вклад М.В.Ломоносов (1711-1765), хотя физиология и не составляла предмета его специальных занятий. М.В.Ломоносов открыл закон сохранения материи и энергии, высказал мысль об образовании тепла в самом организме, сформулировал трехкомпонентную теорию цветного зрения, дал первую классификацию вкусовых ощущений.

Ко второй половине XVIIIв. относится начало изучения электрических явлений в живых тканях, когда было обнаружено, что некоторые рыбы (электрический скат, электрический угорь) при охоте используют электрические разряды, оглушая и обездвиживая свою добычу. Первые научные данные о существовании биопотенциалов – «животного электричества» – были получены в конце XVIIIв. в исследованиях итальянских ученых Л.Гальвани (1737-1798) и А.Вольта (1745-1827). Своими, ставшими

уже классическими опытами они достоверно установили факт существования в живом теле электрических явлений. Систематическое изучение биопотенциалов было начато немецким ученым Э.Дюбуа-Реймоном.

В 1738 г. англичанину С.Хейлсу посредством прямого измерения удалось установить величину кровяного давления у лошади в разных сосудистых областях. Тем самым было положено начало дальнейшим продуктивным исследованиям гемодинамики.

В XIXв. в физиологии произошел коренной перелом. Он был подготовлен предшествующим развитием как физиологии, так и тех смежных наук – физики, химии, анатомии, гистологии, эмбриологии – успехи которых легли в основу дальнейшего прогресса науки о функциях организма человека и животных.

Физиология, ставшая экспериментальной наукой, обогатилась большим количеством новых инструментальных методов исследования, позволивших количественно учитывать и регистрировать различные процессы, протекающие в организме – это изобретение К.Людвигом кимографа, приборов для исследования кровяного давления (поплавковый ртутный манометр) и скорости движения крови (кровяные часы); изобретение А.Моссо прибора для изучения кровенаполнения органов (плетизмограф) и для исследования утомления (эргограф); конструирование Э.Мареем прибора для пневматической регистрации малых колебаний давления (капсула Марея) и т.д.

Благодаря использованию инструментальных методов регистрации реакций стали доступными количественное выражение интенсивности различных физиологических процессов и точное измерение их длительности; даже такие быстро протекающие явления, как распространение возбуждения, были подвергнуты пространственно-временному измерению.

Особое значение в развитии физиологии XIXв. приобрела хирургическая методика, позволяющая вести в относительно нормальных физиологических условиях длительное наблюдение над функциями различных органов. Хирургические методы, особенно после того как начали применять наркоз и были разработаны правила антисептики и асептики, обеспечили возможность постановки не только острых, но и хронических опытов. Хирургическая методика дала возможность исследовать многие процессы, протекающие в глубине тела и скрытые от непосредственного наблюдения.

Внедрение в физиологию эксперимента на животных и разработка инструментальных методов исследования позволили физиологам добыть огромный фактический материал о функциях организма, имевший значение для теории и практики медицины. Благодаря этому физиология утвердилась как самостоятельная научная дисциплина со своими задачами, методами и целями. Понимание этого факта привело к необходимости проведения некоторых организационных мероприятий, в первую очередь к созданию кафедр в университетах (в начале XIX столетия анатомия и физио-

логия, а нередко и другие биологические дисциплины были объединены в одну кафедру), а позднее организации физиологических лабораторий и институтов.

В XIX столетии наиболее важные физиологические исследования проводились во Франции, Германии, России и Англии. В этих же странах сложились научные школы.

Немецкий физиолог Эмиль Дюбуа-Реймон (1818-1896) открыл явления физического электротона, показал, что поперечное сечение нерва электроотрицательно по отношению к его длиннику (ток покоя), установил, что «отрицательное колебание» тока покоя является выражением деятельного состояния тканей. Э.Пфлюгер (1829-1910) сформулировал законы действия постоянного тока на возбудимую ткань, составившие основу представлений о процессах возбуждения в живых клетках. Немецкий физиолог Г.Гельмгольц (1821-1894) определил скорость проведения возбуждения по нерву. Эрнст и Эдуард Генрих Веберы открыли тормозящее действие блуждающего нерва на сердце и показали этим, что нервы могут не только возбуждать, но и тормозить деятельность сердца. Эрнстом Вебером установлена зависимость между силой раздражения и ощущениями – эта зависимость получила название закона Вебера.

Среди экспериментальных работ начала XIX столетия выделяются ставшие классическими исследования англичанина Ч.Белла и француза Ф.Мажанди, установивших независимо друг от друга, что дорсальные корешки спинного мозга состоят из центростремительных чувствительных нервных волокон, вентральные – из центробежных двигательных. Тем самым был раскрыт анатомический субстрат спинальной соматической рефлекторной дуги и установлены некоторые особенности её организации.

Под руководством Ф.Мажанди получил научную подготовку Клод Бернар. С именем К.Бернара связан расцвет физиологии во Франции. Его экспериментальные исследования посвящены изучению многих разделов физиологии, патологии и фармакологии. К.Бернар установил гликогенобразующую функцию печени, показал значение ЦНС в регуляции содержания сахара в крови, открыл сосудосуживающие и сосудорасширяющие нервы, обнаружил тонус сосудосуживателей (классический опыт односторонней перерезки симпатического нерва на шее у кролика), провел исследования по физиологии пищеварения (изучал иннервацию слюнных желез, выяснил переваривающие свойства слюны, желудочного и поджелудочного соков), установил парализующее действие кураре на нервное окончание двигательных нервов скелетных мышц.

Английский нейрофизиолог Ч.Шеррингтон (1856-1952) установил однонаправленность проведения возбуждения в рефлекторной дуге и наличие синаптической задержки, описал взаимоусиливающие и взаимоослабляющие (антагонистические) рефлексы, открыл явления облегчения рефлексов, конвергенции нервных импульсов, окклюзии, рефлекторной

отдачи и спинальной индукции. Ему принадлежит описание децеребрационной ригидности и объяснение развития спинального шока. Ч.Шеррингтон сформулировал общие принципы деятельности центральной нервной системы – реципроктности и общего конечного пути, показал, что при осуществлении любого рефлекса нервная система функционирует как единое целое.

Развитие физиологии в США в большой мере обязано Г.Боудичу. Этим ученым была создана научная школа, из которой вышли У.Кеннон, Х.Кушинг. Г.Боудичем в 70-х годах в опытах на сердце был открыт феномен «лестницы», природа которой привлекает внимание физиологов до наших дней, и сформулировал закон «все или ничего».

Знаменательной датой истории физиологии в России явился 1836 г., когда профессор Московского университета А.М.Филомафитский выпустил первый том учебника «Физиология, изданная для руководства своих слушателей». Ему также принадлежит целый ряд исследований в разных областях физиологии. Одним из первых он изучил влияние эфирного наркоза в экспериментах на животных и поставил опыты по переливанию крови.

Среди экспериментальных работ, выполненных русскими физиологами того времени, особое значение имеет предложенная В.А.Басовым операция наложения хронической фистулы желудка собаки (1848). Тем самым впервые в физиологии была показана возможность проведения длительного хронического эксперимента. С этого момента отечественная физиология прочно удерживает первенство в изучении физиологии пищеварения.

Наибольшую славу русской науке доставило открытие И.М.Сеченовым (1862) торможения в центральной нервной системе. Опубликованное И.М.Сеченовым в 1863г. произведение «Рефлексы головного мозга» впервые ввело физиологическую основу в понимание психической деятельности. В этой книге он писал, что все акты сознательной и бессознательной жизни по способу происхождения суть рефлексы. И.М.Сеченов доказал, что психика детерминируется внешними условиями и её формирование зависит от воздействий внешних факторов.

Деятельность И.М.Сеченова относится к тому периоду физиологии, который принято называть классическим. Именно тогда были очерчены проблемы, имеющие широкое значение и остающиеся и сейчас принципиально важными.

Выдающимся учеником И.М.Сеченова в Петербургском университете был Н.Е.Введенский. Он первым обнаружил в мышцах явления оптимума и пессимума, создал теорию о физиологической природе возбуждения и торможения, лабильности и учение о парабиозе. Дальнейшее развитие идеи Н.Е.Введенского получили в лабораториях его ученика А.А.Ухтомского, открывшего закон доминанты в деятельности нервной

системы.

В 60-х годах XIXв. начала складываться физиологическая школа в Казанском университете, где тогда работали Ф.В.Овсянников и Н.О.Ковалевский и в дальнейшем протекала деятельность выдающегося физиолога Н.А.Миславского, описавшего в 1885 г. локализацию дыхательного центра и выполнившего совместно с В.М.Бехтеревым серию исследований о влиянии коры полушарий головного мозга на деятельность внутренних органов.

На развитие отечественной и мировой физиологии огромное влияние оказали работы И.П.Павлова. Большое значение имеют его работы по иннервации сердца, исследования по нервной трофике. Разработав новые, оригинальные методы хирургических операций, И.П.Павлов получил возможность изучать физиологические процессы в целостном организме здорового животного. В 1904 г. И.П.Павлову за работы в области физиологии пищеварения была присуждена Нобелевская премия.

Разрабатывая учение об условных рефлексах, И.П.Павлов создал совершенно новый раздел физиологии – физиологию высшей нервной деятельности.

Большое значение для развития физиологии имели труды и других отечественных ученых: И.Ф.Цион (1842-1912) обнаружил в дуге аорты рецепторы, раздражаемые изменением кровяного давления; В.Я.Данилевский (1852-1939) изучал биоэлектрические явления и термодинамику мышечной ткани; А.Ф.Самойлов (1867-1930) был крупнейшим исследователем в области электрофизиологии; В.В.Правдич-Неминский впервые осуществил регистрацию электрических проявлений деятельности головного мозга – электроэнцефалограмму.

Создателем теории функциональных систем, развивающей рефлекторную теорию и раскрывающую схему приспособлений деятельности организма, является П.К.Анохин (1898-1974). Он предложил теорию системогенеза, сущность которой заключается в том, что к моменту рождения животных и человека, в первую очередь гетерохронно и избирательно созревают функциональные системы, обеспечивающие выживание новорожденного сразу после рождения. Анохиным предложена также теория компенсации нарушенных функций, созданы представления об интегративной деятельности нейрона, о конвергентных механизмах замыкания временных связей на одиночных нейронах мозга и обосновано новое и перспективное направление в физиологии – функциональная нейрохимия.

ЗНАЧЕНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ В РАЗВИТИИ ФИЗИОЛОГИИ

История медицины знает сотни примеров, когда врачи, желая изучить ту или иную болезнь, проводили опасные эксперименты на себе, рискуя здоровьем и жизнью, а порой и теряя её.

К настоящему времени возникли и сформировались десятки различных медико-биологических наук. И очень большую роль в этом сыграли опыты на животных. Животные помогали ученым изучать и развивать анатомию и физиологию, эмбриологию и геронтологию, помогали решать различные вопросы фармакологии и терапии, акушерства и хирургии. Огромную ценность имели опыты на животных по разработке методов и средств борьбы с различными заразными болезнями, раком, лучевой болезнью, алкоголизмом, курением, а также по разработке методов борьбы с вредителями сельских и лесных хозяйств. Человек шагнул в космос лишь после того, как там вначале побывали подопытные животные.

Опыты на животных осуществляются с соблюдением всех требований гуманности, а операции с обязательным обезболиванием. И все же экспериментальные животные во время опытов нередко погибают или их приходится специально усыплять. Но все это делается во имя сохранения здоровья, работоспособности и даже жизни множества людей.

Лабораторные животные – это собаки и кролики, морские свинки и кошки, мыши и крысы, хомячки и летучие мыши, овцы и козы, поросята и телята, ослы и лошади, куры и голуби, различные обезьяны, лягушки, дрозофилы и многие другие.

Если оценить количественно участие животных в различных научных экспериментах, то одно из первых мест заслуженно принадлежит лягушкам, которых не без основания называют ветеранами среди лабораторных животных.

Осенью, с похолоданием воздуха и воды, озерные и прудовые лягушки забираются на дно водоемов, прячутся под нависающими над водой берегами или в подводную растительность и цепенеют. Начинается зимняя спячка, в течение которой они не принимают пищу. Эту их способность (месяцами обходиться без пищи) и используют люди. Лягушки – важный объект изучения биологических дисциплин в учебных заведениях. Каждую осень, когда стоят теплые солнечные дни, в озерах отлавливают лягушек, а затем хранят их в прохладных помещениях в специальных ваннах. Здесь они как бы дремлют и всегда находятся под рукой к услугам преподавателей и студентов. Нужно только ежедневно менять воду в ваннах и поливать лягушек из шланга, чтобы смывать с них накапливающуюся слизь, обладающую ядовитыми свойствами.

В течение многих столетий лягушки служили и сейчас служат зоологам, анатомам, физиологам, врачам, эндокринологам, фармакологам. Еще в

XVII столетии М.Мальпиги изучал капиллярное кровообращение в брыжейке лягушки.

В свое время лягушки сослужили неоценимую службу ученым в разработке важных вопросов физики. Опыты выдающихся итальянских ученых Л.Гальвани и А.Вольта, проведенные в XVIIIв. на лягушках, привели к открытию гальванического тока, что оказало ограниченное влияние на дальнейшее развитие естествознания и техники. Оценивая работы итальянских ученых, нужно сказать, что опыты Гальвани положили начало электрофизиологии, а от опытов Вольта началась электротехника.

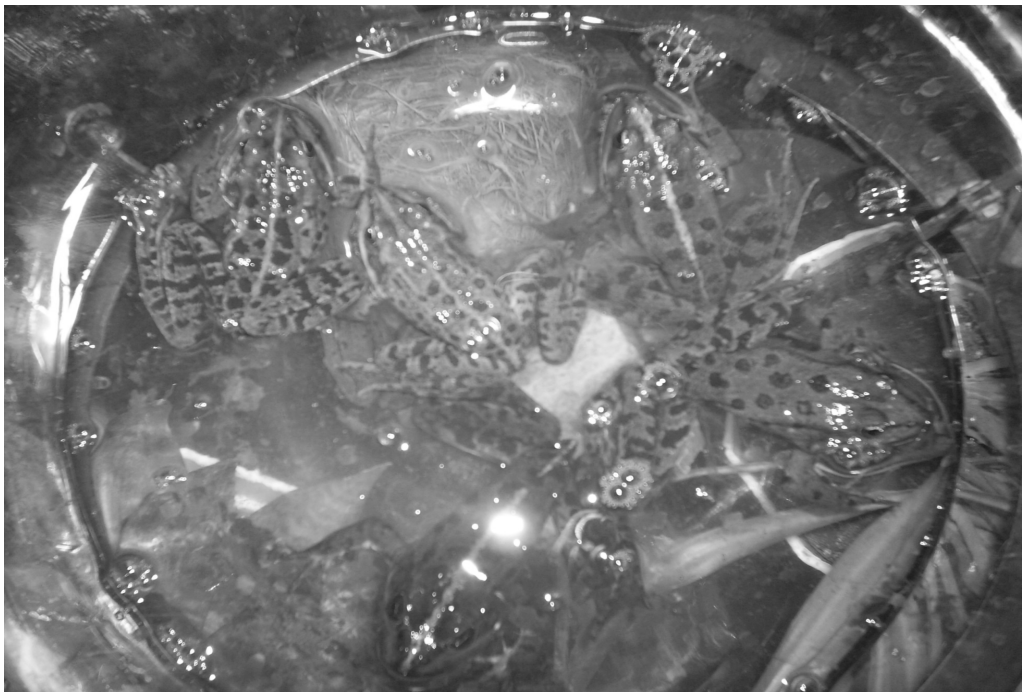


Рис.1. Озерные лягушки

Немецкий физиолог Эмиль Дюбуа-Реймон установил ряд закономерностей, характеризующих электрические явления в мышцах и нервах, обосновал теорию биопотенциалов. Его работы были важным стимулом к дальнейшему развитию электрофизиологии. Определение функциональных способностей сердца с помощью электрокардиограммы берет начало от опытов Э.Дюбуа-Реймона на лягушках и других животных.

Английский физиолог Ч.Белл и французский физиолог Ф.Мажанди в опытах на животных, включая и лягушек, выявили основные закономерности распределения двигательных и чувствительных волокон в нервных корешках спинного мозга (чувствительные волокна вступают в спинной мозг в составе задних корешков, а двигательные выходят в составе передних).

Немецкий естествоиспытатель Г.Гельмгольц в 1850 г. в опытах на лягушках определил скорость распространения нервного импульса (27м/с).

Большое количество опытов на лягушках проводил создатель русской физиологической школы И.М.Сеченов. Многие открытия, обогатив-

шие физиологию, сделаны им именно на лягушках. В частности, он изучал действие алкоголя и яда кураре на нервы и мышцы. На лягушках И.М.Сеченов впервые установил, что в съедобных грибах сыроежках содержится ядовитое вещество, вызывающее остановку сердца. Позже это вещество было выделено из грибов мухоморов, от которых оно и получило свое название – мускарин (от латинского слова musca – муха). Работы И.М.Сеченова на лягушках и других животных помогли ему обосновать рефлекторную теорию. И.М.Сеченов установил, что в средних частях головного мозга лягушки находятся центры, раздражение которых вызывает торможение рефлексов спинного мозга. Открытие «сеченовского торможения» показало, что нервная деятельность состоит из двух процессов – возбуждения и торможения.

До наших дней дошла фотография ученого – И.М.Сеченов сидит на стуле у стола, на котором стоит штатив с укрепленными тремя лягушками.



Рис. 2. И.М.Сеченов в лаборатории

Опыты с лягушками проводили и многие другие наши отечественные и зарубежные ученые. Английский ученый С.Рингер, предложил солевой раствор для физиологических экспериментов, опробовав его на сердце лягушки. Лягушки были постоянным объектом в исследованиях французского физиолога К.Бернара. Именно ему принадлежала мысль об открытии памятника лягушкам. Памятник открыли еще в XIXв. в прославленной Сорбонне – Парижском университете. Так ученые отблагодарили своих бессловесных помощников за участие во многих важных исследованиях и научных открытиях.

Еще один памятник лягушкам поставили в Японии. Его воздвигли в Токио благодарные студенты-медики. Они всегда, десятилетиями использовали лягушек на занятиях по зоологии, анатомии, нормальной и патологической физиологии, а также в лабораторных научных исследованиях. И когда число послуживших на благо науки лягушек достигло там 100 000, в их честь и был сооружен второй памятник.

В 1912 г. всемирно известного русского ученого-физиолога, доктора медицины и профессора, академика Петербургской Академии наук и лауреата Нобелевской премии И.П.Павлова пригласили приехать в Англию, в Кембриджский университет на церемонию присуждения ему звания почетного доктора старейшего в Европе Кембриджского университета и вручения почетного диплома. И.П.Павлова в торжественном сопровождении декана и других докторов, ввели в зал заседаний, когда он подошел под край галереи для публики, перед ним закачалось что-то белое, Иван Петрович взглянул вверх. На хорах он увидел доброжелательно улыбавшуюся молодежь, студентов. Один из них держал в руках веревочку, на конце которой была привязана белая игрушечная собачка, утыканная стеклянными и резиновыми трубочками (они изображали всевозможные фистулы). И.П.Павлов сразу все понял. Он вспомнил, как лет тридцать тому назад здесь так же чествовали Ч.Дарвина. Тогда студенты спустили прямо в руки идущему Дарвину игрушечную обезьянку. Это было символом признания созданного великим биологом эволюционного учения. И.П.Павлов протянул руки, взял собаку и пошел с ней к президиуму.

Подарок кембриджских студентов был своего рода намеком, что главные научные исследования, поднявшие И.П.Павлова на вершину мировой науки, он выполнил на собаках.

Академик И.П.Павлов всегда высоко ценил своих надежных помощников – собак, по его инициативе в Институте экспериментальной медицины в Ленинграде (Санкт-Петербург) установлен памятник собаке. На высоком круглом постаменте сидит бронзовая собака. На самом постаменте – несколько барельефов с изображением различных опытов над собаками и высказываниями об их помощи ученым, принадлежащими перу великого физиолога.

Значительная часть медико-биологических экспериментов проводит-

ся на кроликах. Благодаря этому и появилось распространенное выражение «подопытный кролик». Французский естествоиспытатель К.Бернар на кроликах изучал влияние ЦНС на тонус кровеносных сосудов, К.М.Бэр использовал кроликов для своих эмбриологических исследований. Итальянский анатом Д.Фабриций еще в конце XVI – начале XVIIвв. на кроликах изучал развитие зародыша. Кроликов часто используют в качестве подопытных животных для изучения инфекционных болезней человека и животных.



Рис.3. Памятник собаке

В связи с развитием экспериментальной медицины, ветеринарии, биологии особенно широкое применение получили крысы и мыши.

Многим из того, что мы знаем сегодня об электровозбудимых мембранах, мы обязаны сообщению, сделанному в 1936 г. английским зоологом Дж.Юнгом. Этот ученый обнаружил, что особые длинные тяжи у кальмаров и каракатиц являются не кровеносными сосудами, как считалось ранее, а необычайно толстыми аксонами. Они получили название гигантских аксонов и стали излюбленным объектом для изучения функций мембран: благодаря их очень большому диаметру (до 1мм) можно было

вводить в них в продольном направлении проволочные электроды и записывать потенциалы, а также заменять внутреннее содержимое волокна, создавая любые концентрации ионов.

На рисунке изображен кальмар Loligo и его гигантские аксоны. Благодаря своим крупным размерам эти аксоны быстро проводят возбуждение и тем самым обеспечивают достаточно синхронную активность мышц мантии. Сокращаясь, эти мышцы вызывают резкий выброс воды, и потревоженный кальмар делает бросок назад.

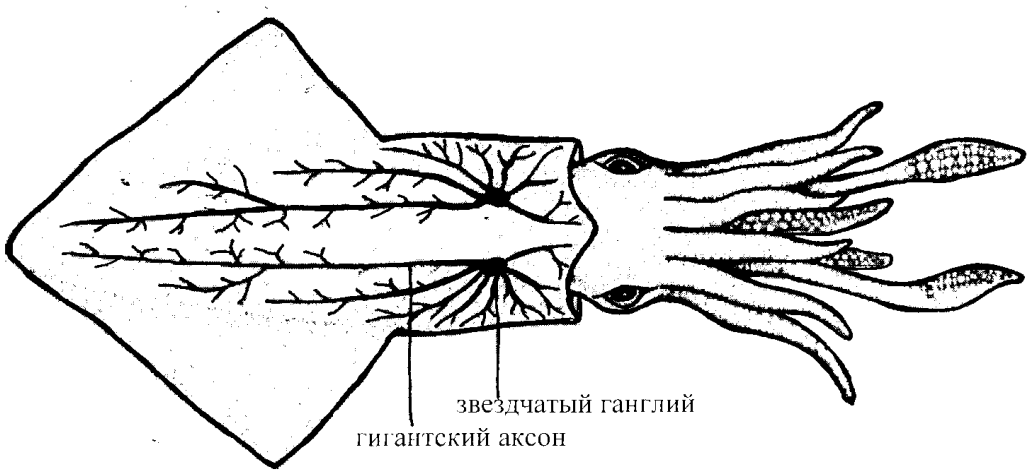


Рис.4. Кальмар и его гигантский аксон

Первые крупные открытия, связанные с экспериментами на гигантских аксонах кальмара, были сделаны в 1939 г. независимо друг от друга К.Коулом и Г.Кертисом (Вудс-Холл, Массачусетс), с одной стороны, и А.Ходжкином и Э.Хаксли (Плимут, Великобритания) – с другой. К.Коул и Г.Кертис показали, что во время генерации потенциала действия проводимость мембраны возрастает без каких-либо существенных изменений ее емкости. А.Ходжкин и Э.Хаксли обнаружили, что мембранный потенциал во время потенциала действия не просто уменьшается до нуля, но меняет свой знак на противоположный.

Таким образом, различные виды лабораторных животных являются неотъемлемым элементом современной биологической, медицинской и ветеринарной лаборатории, без которых невозможна повседневная работа.

ПЕРСОНАЛИИ

Авицена (Абу Али Хусейн ибн-Абдаллах-ибн Сина) (980-1037) – философ, ученый и врач Востока. Написал энциклопедический труд «Канон врачебной науки». В ней обобщены опыт и взгляды греческих, римских, индийских и среднеазиатских врачей. Дал обобщенное описание строения и функций человеческого тела, описание болезней, рецепты лекарств, методы хирургического лечения.

Анохин Петр Кузьмич (1898-1974) – отечественный нейрофизиолог. Разработал теорию функциональных систем. Предложил теорию системогенеза и теорию компенсации нарушенных функций.

Аристотель (384-322 до н.э.) – древнегреческий ученый. Изложил в своих книгах множество фактов о строении и функциях животных организмов. Считал, что самым главным органом является сердце. Дал название «аорта» (от греч. aer – воздух, tereo – содержу) главному кровеносному сосуду организма.

Асратян Эзрас Асратович (1903-1981) – отечественный физиолог. Основные труды по физиологии центральной нервной системы и высшей нервной деятельности.

Бабухин Александр Иванович (1835-1891) – русский физиолог. Показал, что нервное волокно проводит возбуждение в обоих направлениях (закон двустороннего проведения).

Бантинг Фредерик Грант (1891-1941) – канадский физиолог. В 1923 г. Ф.Бантингу и шотландскому физиологу Дж.Маклеоду была присуждена Нобелевская премия за открытие инсулина.

Барани Роберт (1876-1936) – австрийский хирург и физиолог. Выяснил функции одного из важнейших органов чувств – органа равновесия. Р.Барани присуждена Нобелевская премия в 1914 г.

Белл Чарлз (1774-1842) – шотландский анатом, хирург и физиолог. Ч.Белл и французский физиолог Ф.Мажанди независимо друг от друга установили, что дорсальные корешки спинного мозга состоят из чувствительных нервных волокон, вентральные – из двигательных.

Бернар Клод (1813-1878) – французский физиолог и патофизиолог. Обосновал идею об относительном постоянстве внутренней среды у животных организмов (гомеостаз). Выяснил роль ряда секреторных органов в пищеварении, доказал синтез гликогена в печени.

Бернштейн Юлиус (1839-1917) – немецкий физиолог. В 1902 г. предложил мембранную теорию происхождения биоэлектрических потенциалов в возбудимых тканях, оказавшую существенное влияние на последующее развитие электрофизиологии. Показал, что волна сокращения и ток действия в скелетной мышце распространяются с одинаковой скоростью.

Бехтерев Владимир Михайлович (1857-1927) – невролог, психиатр,

психолог. Пользуясь методом условных рефлексов на людях и животных и операциями на животных, исследовал влияние внутренних органов на деятельность головного мозга и регуляцию работы внутренних органов головным мозгом.

Борелли Джованни (1608-1679) – итальянский натуралист. Д.Борелли связал процесс сокращения мышц при их движении с деятельностью нервов. Установил роль межреберных мышц в акте дыхания и впервые представил движение сердца как мышечное сокращение.

Быков Константин Михайлович (1886-1959) – советский физиолог. Разработал представление о принципе двухсторонних связей между корой головного мозга и внутренними органами (кортико-висцеральная теория).

Введенский Николай Евгеньевич (1852-1922) – отечественный физиолог. Открыл ритмический характер процесса возбуждения и доказал неутомляемость нерва, установил закономерности оптимума и пессимума частоты и силы раздражения, на основе которых ввел в физиологию понятие лабильности и определил ее для разных тканей. Предложил теорию нервного торможения как качественной модификации процесса возбуждения, создал учения о парабиозе.

Везалий Андреас (1514-1564) – бельгийский ученый естествоиспытатель. Основываясь на изучении трупов, издал в 1543 г. труд «О строении человеческого тела» в 7 книгах.

Вериго Бронислав Фортунатович (1860-1925) – физиолог. Установил ряд особенностей действия постоянного тока на ткани и показал, что в переносе кровью углекислоты большую роль играет связывание и отдача гемоглобином кислорода.

Гален Клавдий (129-201) – классик античной медицины, древнеримский врач и естествоиспытатель. Впервые ввел в практику медицины эксперимент, что послужило основанием считать его одним из предшественников экспериментальной физиологии. Ввел в практику применение настоев, отваров (галеновы препараты). Основной дошедший до нас труд Галена – «О частях человеческого тела».

Галлер Альбрехт (1708-1777) – швейцарский врач. В 1747 г. сформулировал основные положения своей теории раздражимости (сокращение мышц обусловлено специфической раздражимостью мышечных волокон), чем способствовал возникновению современной физиологии – он ввел термин «физиология» в современном понимании, определив задачи этой науки.

Гальвани Луиджи (1737-1798) – итальянский анатом и физиолог. Опубликовал «Трактат о силах электричества при мышечном движении», в котором обобщил результаты своих опытов по сокращению мышц лягушки. В этих экспериментах он открыл мышечные электрические токи, которым дал название «животного электричества». В своем трактате он развил

теорию животного электричества, в соответствии с которой мышцы и нервы рассматривались как заряженные электрические батареи.

Гарвей Уильям (1578-1657) – английский врач, физиолог и эмбриолог. В 1628 г. У.Гарвей опубликовал свою бессмертную книгу «Анатомические исследования о движении сердца и крови у животных», в которой изложил основы своего великого открытия – существование кровообращения. Рождение физиологии как науки связывают с работами У.Гарвея.

Гельмгольц Герман Людвиг Фердинанд (1821-1894) – немецкий физик и физиолог. Обнаружил и измерил продолжительность одиночного сокращения мышцы, а также разработал теорию ее длительного тетанического сокращения. Он впервые определил скорость распространения возбуждения в нервах. Измерив теплообразование в мышце при ее сокращении, Г.Гельмгольц заложил основы учения об энергетике мышечной работы.

Гиппократ (460-377 до н.э.) – древнегреческий врач и анатом, которого по праву называют отцом медицины. Гиппократ сформулировал учение о четырех основных типах телосложения и темперамента. Собрал в своих книгах имевшие в то время сведения о строении и функционировании тела человека. Положил начало понятию «болезнь» как смешению жидкости (гуморальная теория).

Данилевский Василий Яковлевич (1852-1939) – советский физиолог. В 1891 г. опубликовал книгу «Электрические явления в головном мозге» – первую обобщенную работу по электрофизиологии головного мозга. Открыв в коре головного мозга центры, регулирующие деятельность внутренних органов, он в 1874-1876 гг. установил наличие электрических токов головного мозга, влияющих на активность этих центров. Им выполнены исследования по физиологии сокращения мышц, по действию на организм электрического тока и электромагнитных полей, а также исследования теплотворной способности пищевых веществ.

Декарт Рене (1596-1650) – французский философ, физик и математик. Сформулировал представление о рефлексе, изучая акт мигания при прикосновении к роговице. Выполнил множество исследований, объясняющих структуру и функции организма. Предложил ряд механических теорий для объяснения боли, голода, жажды, зрения, памяти.

Дюбуа-Реймон Эмиль Генрих (1818-1896) – немецкий физиолог. Сформулировал основные законы электрофизиологии (1845), введя в лабораторную практику индукционные аппараты для раздражения нервов и мышц, неполяризующиеся электроды и т.п. Установил, что между внутренним содержимым клетки и наружным раствором в покое существует стационарная разность потенциалов (потенциал покоя), которая закономерно изменяется при возбуждении. Доказал общность биоэлектрических явлений у животных и растений.

Кеннон Уолтер Бредфорд (1871-1945) – американский физиолог.

Кеннону принадлежит открытие адреналина как симпатического передатчика и создание концепции о симпатико-адреналовой системе. Установил, что секреция в кровь увеличенных количеств адреналина происходит при эмоциональных состояниях и приводит к возникновению характерных изменений многих функций организма.

Кравков Сергей Васильевич (1893-1951) – русский физиолог и психофизиолог. Установил закономерности изменения зрения под влиянием световых, слуховых, обонятельных, вкусовых и других раздражений. Выяснил возможность увеличения световой чувствительности глаза при предварительном воздействии на него красным светом и раскрыл роль различных ионов в цветовом зрении.

Ландштейнер Карл (1868-1943) – австрийский иммунолог. Открыл резус-фактор, антигены человеческой крови. Открытие групп крови также принадлежит К.Ландштейнеру, за что ученый в 1930 г. получил Нобелевскую премию.

Леонардо да Винчи (1452-1519) – итальянский художник. Вскрывая трупы, делал рисунки костей, мышц, сердца и других органов и научно описывал их. Сделал попытку объяснить их функции с точки зрения механики.

Лесгафт Петр Францевич (1837-1909) – отечественный анатом и педагог, основоположник спортивной физиологии.

Ломоносов Михаил Васильевич (1711-1765) – русский естествоиспытатель и физиолог. В 1748 г. сформулировал основной закон естествознания – закон сохранения материи и энергии. Высказал мысль об образовании теплоты в самом организме. Задолго до европейских ученых сформулировал трехкомпонентную теорию цветного зрения. Дал первую классификацию вкусовых ощущений.

Людвиг Карл Фридрих Вильгельм (1816-1895) – немецкий физиолог. В 1847 г. изобрел кимограф. Им были предложены манометр для регистрации кровяного давления и кровяные часы для оценки скорости кровотока. Установил существование в продолговатом мозге сосудодвигательного центра, регулирующего величину просвета кровеносных сосудов. Первым осуществил опыты по поддержанию функций изолированных органов животных с применением искусственного кровообращения (метод перфузии).

Мажанди Франсуа (1783-1855) – французский физиолог. Ф.Мажанди и шотландский физиолог Ч.Белл независимо друг от друга установили, что дорсальные корешки спинного мозга состоят из чувствительных нервных волокон, вентральные – из двигательных волокон (закон Белла-Мажанди).

Маршалл Холл (1790-1857) – английский ученый. Описал три компонента рефлекторной дуги (нерв, проводящий возбуждение от периферии к спинному мозгу; собственно спинной мозг; нерв, выходящий из спинно-

го мозга), связь которых он считал основой рефлекса, а также ввел в физиологию термин «дуга рефлекса».

Маттеуччи Карло (1811-1864) – итальянский физик. Провел первые прямые измерения биоэлектрических потенциалов с применением гальванометров.

Мечников Илья Ильич (1845-1916) – русский биолог, патолог и иммунолог. Открыл явление фагоцитоза (1882), на его основе разработал фагоцитарную теорию иммунитета (1883) и теорию сравнительной патологии воспаления (1892). Был одним из основоположников отечественной микробиологии. В опытах на себе доказал роль холерного вибриона как возбудителя азиатской холеры.

Мислявский Николай Александрович (1854-1928) – русский физиолог. Заложил основы современных представлений о связи между кровообращением и дыханием, обнаружив повышение артериального давления при накоплении в организме углекислоты. Указал точное расположение дыхательного центра в продолговатом мозге, и в совместных работах с В.М.Бехтеревым установил, что раздражения коры головного мозга влияют на дыхание и кровообращение. В казанской лаборатории сотрудниками Н.А.Мислявского были открыты так называемые аксон-рефлексы.

Овсянников Филипп Васильевич (1827-1906) – русский физиолог, гистолог, зоолог. Исследовал регуляцию кровообращения центральной нервной системой. Открыл в продолговатом мозге сосудодвигательный центр, регулирующий кровяное давление.

Орбели Леон (Левон) Абгарович (1882-1958) – советский физиолог. Создал современную отечественную эволюционную физиологию. Изучал роль вегетативной нервной системы в деятельности головного мозга, органов чувств и скелетной мускулатуры.

Павлов Иван Петрович (1849-1936) – русский физиолог. Создал учение о высшей нервной деятельности человека и животных. Его исследования привели к открытию условных рефлексов, законов их образования и угасания, созданию учения о типах высшей нервной деятельности, двух сигнальных системах и динамическом стереотипе и т.п. За работы в области физиологии пищеварения И.П.Павлову в 1904 г. присуждена Нобелевская премия.

Пашутин Виктор Васильевич (1845-1901) – русский физиолог и патофизиолог. Создал русскую школу общей патологии (патологической физиологии) и впервые разработал вместе с А.А.Лихачевым точные способы непосредственного измерения всего образующегося в организме тепла (прямая калориметрия).

Пирогов Николай Иванович (1810-1881) – отечественный ученый, хирург. Разработал метод исследования тела человека на распилах замороженных трупов. Впервые применил эфир для наркоза, йод и спирт для предупреждения нагноения ран.

Правдич-Неминский Владимир Владимирович (1879-1952) – советский физиолог. Впервые осуществил регистрацию электрических проявлений деятельности головного мозга – электроэнцефалографию.

Прохаска Иржи (1749-1820) – чешский анатом и физиолог. Выдвинул представление о чувствительных и двигательных нервах. Ему принадлежит введение в физиологию термина «рефлекс».

Пуазейль Жан (1799-1869) – французский врач и физик. Разработал математическое описание законов движения крови в сосудах (формула Пуазейля).

Пуркине (Пуркинье) Ян Эвангелиста (1787-1867) – чешский биолог. Изучил и описал клетки проводящей системы миокарда желудочков сердца (волокна Пуркинье).

Пфлюгер Эдуард (1829-1910) – немецкий ученый. Сформулировал законы физиологического электротона, сокращения и полярный закон, составившие основу представлений о процессах возбуждения в живых тканях.

Рейль Иоган Христиан (1759-1813) – немецкий естествоиспытатель. В 1795 г. начал издавать первый журнал по физиологии – «Архив физиологии».

Ренье де Граафа (1641-1673) – голландский физиолог. Разработал метод искусственных фистул слюнной и поджелудочной желез, который и применил впервые для изучения химизма пищеварения. Он открыл также «Граафовы пузырьки» в яичниках.

Самойлов Александр Филиппович (1867-1930) – русский физиолог. Исследовал электрические явления в живых тканях, впервые высказал гипотезу о химическом механизме передачи возбуждения с нерва на скелетную мышцу и с нейрона на нейрон в ЦНС. Крупнейший исследователь в области электрофизиологии.

Селье Ганс (1907-1982) – канадский биолог, физиолог. Создатель учения о стрессе и общем адаптационном синдроме.

Сервет Мигель (1511-1553) – испанский врач. Изучал малый круг кровообращения, предположил существование в легких капилляров.

Сеченов Иван Михайлович (1829-1905) – русский естествоиспытатель, физиолог. Основатель отечественной школы физиологии. Открыл явления торможения в ЦНС и суммации возбуждения в нервных центрах. Сформулировал главные закономерности рефлекторной активности нервной системы. В работе И.М.Сеченова «Рефлексы головного мозга» излагаются основные идеи рефлекторной теории.

Старлинг Эрнст (1866-1927) – английский физиолог. Исследовал физиологию пищеварения, функции почек и поджелудочной железы. В 1902 г. он открыл секретин – вещество, вызывающее выделение сока поджелудочной железы, и в 1905 г. ввел понятие «гормон». Он выяснил физиологическую роль белков сыворотки крови.

Тарханов Иван Рамазанович (Тархнишвили) (1846-1908) – отечественный физиолог. Открыл кожно-гальванический рефлекс. Обнаружил действие рентгеновских лучей на организм.

Уголев Александр Михайлович (1926-1992) – русский физиолог. Открыл новый тип пищеварения – пристеночное (мембранное), что позволило обосновать трехзвенную систему деятельности пищеварительной системы – «полостное пищеварение – мембранное пищеварение – всасывание». Изучал ферментативную адаптацию пищеварительных желез, сформулировал теории ферментативно-транспортных ансамблей и общего эволюционного происхождения внешней и внутренней секреции.

Ухтомский Алексей Алексеевич (1875-1942) – русский физиолог. Создатель учения о доминанте, возникновение которой определяет характер рефлекторных реакций нервной системы.

Филомафитский Алексей Матвеевич (1807-1849) – русский физиолог. Автор первого в России учебника по экспериментальной физиологии, он одним из первых изучил влияние эфирного наркоза в экспериментах на животных и поставил опыты по переливанию крови.

Хаксли Эндрю Филдинг (р.1917) – английский физиолог. В 1965 г. ему присуждена Нобелевская премия за создание мембранной теории возбуждения.

Ходжкин Алан Ллойд (р.1914) – английский физиолог. В 1965 г. присуждена Нобелевская премия за создание мембранной теории возбуждения.

Цион Илья Фадеевич (1842-1912) – русский физиолог. Открыл центростремительный нерв, вызывающий замедление работы сердца и расширение кровеносных сосудов (совместно с К.Людвигом). Обнаружил нервы, ускоряющие работу сердца, сосудосуживающее действие чревного нерва; окончательно доказал, что симпатические нервные волокна выходят из спинного мозга по передним корешкам. Впервые указал на взаимосвязь возбуждения и торможения в нервной системе. Сформулировал гипотезу о торможении как интерференции двух сталкивающихся волн возбуждения.

Чаговец Василий Юрьевич (1873-1941) – русский физиолог. Впервые предложил ионную теорию происхождения электрических явлений в живом организме. В 1906 г. В.Ю.Чаговец предложил конденсаторную теорию раздражения тканей и доказал, что возбуждающее действие электрического тока обусловлено конденсаторным накоплением ионов на полупроницаемых мембранах живых тканей.

Черниговский Владимир Николаевич (1907-1981) – отечественный физиолог. Доказал существование во всех тканях и органах организма механо- и хеморецепторов, разработал новые методы изучения функциональных свойств интерорецепторов и эффектов их возбуждения. Ему принадлежат также исследования нервной и гуморальной регуляции системы крови, что послужило основанием считать его одним из предшественников

экспериментальной физиологии.

Шатерников Михаил Николаевич (1870-1939) – русский физиолог. Разрабатывал проблемы обмена веществ и энергии в физиологии питания. Совместно с И.М.Сеченовым создал одну из первых в мире камер для изучения обмена веществ человека, содействовал формированию отечественной витаминологии. Положил начало разработке физиологических норм питания. В 1920 г. основал Институт физиологии питания.

Шванн Теодор (1810-1882) – немецкий физиолог, гистолог. Объяснил функцию желчи при пищеварении, связав ее с процессом переваривания («животное омыление»). Создатель клеточной теории. Открыл оболочку нерва («шванновскую»).

Шеррингтон Чарлз Скотт (1857-1952) – английский нейрофизиолог. Установил однонаправленность проведения возбуждения в рефлекторной дуге и наличие синаптической задержки, описал взаимоусиливающие и взаимоослабляющие (антагонистические) рефлексы, открыл явления облегчения рефлексов, конвергенции нервных импульсов, окклюзии, рефлекторной отдачи и спинальной индукции. Ему принадлежит описание децеребрационной ригидности и объяснение развития спинального шока. Шеррингтон сформулировал общие принципы деятельности ЦНС – реципроктности и общего конечного пути, показал, что при осуществлении любого рефлекса нервная система функционирует как единое целое. Работы Ч.С.Шеррингтона были отмечены Нобелевской премией в 1932 г.

Эйнтховен Виллем (1860-1927) – голландский физиолог. Впервые зарегистрировал электрические потенциалы сердца, разработал теорию и способы отведения электрокардиограммы у человека, применил этот метод для диагностики заболеваний сердца. Его работы в 1924 г. были отмечены Нобелевской премией.

Эриан Эдгар Дуглас (1889-1977) – английский физиолог. Создатель фундаментальных трудов по нейрофизиологии. Зарегистрировал электрическую активность отдельных нервных клеток, установил роль рефрактерного периода в ритмической деятельности нервной системы. Разработал метод прямого раздражения коры головного мозга с целью выяснения природы корковых потенциалов. Открыл соматосенсорную зону коры головного мозга.

Эрлангер Джозеф (1874-1965) – американский физиолог, один из основоположников электрофизиологии. Основные труды посвящены исследованию биоэлектрических явлений в нервной ткани.

Якубович Николай Мартынович (1817-1879) – русский анатом, гистолог и физиолог. Открыл скопление нервных элементов (ядра) в спинном мозге. Его именем назван центр парасимпатической нервной системы в области среднего мозга – ядро Якубовича.

АВИЦЕННА



Абу Али Хусейн ибн Абдаллах ибн Хасан ибн Али ибн Сина – таково полное имя крупнейшего ученого средневекового Востока – Ибн Сины (латинизированное имя – Авиценна).

Хусейн ибн Сина (980-1037) – родился в селении Афшани, близ Бухары, в нынешнем Таджикистане. Отец Ибн Сины – Абдаллах, занимался финансовыми делами.

Хусейн с раннего возраста проявлял исключительные способности и одаренность. В десятилетнем возрасте он свободно читал Коран и знал произведения многих арабских классиков. В Бухаре Хусейн изучает арифметику, мусульманское законодательство, логику, философию, геометрию и астрономию.

В 14 лет Хусейн увлекается медициной. В 16 лет его уже приглашают лечить самого эмира Бухары Нуха ибн Мансура. Ему удалось правильно поставить диагноз и облегчить страдания больного. В знак благодарности эмир разрешил молодому врачу пользоваться дворцовой библиотекой – одной из богатейших на Востоке, много времени провел здесь Хусейн, изучая медицинские трактаты.

Взятие Бухары тюрками вынудили Ибн Сину в 1002 г. покинуть город и уехать в Ургенч, ко двору правителей Хорезма. И здесь Авиценна продолжал лечить больных, читал лекции, показывая, как из растений и минералов следует готовить лекарства.

В 1012 г. обстоятельства вынуждают Ибн Сину пуститься в новое путешествие – покинуть Хорезм, и переехать в Иран. Здесь он создал основные научные труды своей жизни. Ему приписывают свыше 450 сочинений. Наибольшую же славу ему принес «Канон врачебной науки» («Canon medicinea») – медицинская энциклопедия в 5 частях. Для изложения своих научных взглядов Ибн Сина пользовался стихотворной формой. В этом энциклопедическом труде Ибн Сина дает обобщенное описание строения и функций человеческого тела, описывает болезни и способы их лечения, приводит рецепты лекарств.

Ибн Сина умер в 1037 г. в возрасте 58 лет. Его последними стихами были:

От праха черного и до небесных тел
Я тайны разглядел мудрейших слов и дел,
Коварства я избег, распутал все узлы,
Лишь узел смерти я распутать не сумел.

Легенда рассказывает, что великий врач, почувствовав приближение конца дней своих, решил дать бой смерти. Ослабевшими руками он приготовил 40 лекарств в 40 сосудах. Самому верному ученику поручил давать их в строго определенном порядке, лишь только он потеряет сознание. Юноша старательно выполнил предписание, осталось последнее, сороковое лекарство. Изможденный старик постепенно превращался в цветущего молодого человека. Потрясенный увиденным юноша не справился с волнением, из его трясущихся рук сосуд выпал, лекарство разлилось по песку и ушло в глубину земли.

ПЕТР КУЗЬМИЧ АНОХИН



П.К.Анохин (1898-1974) – отечественный нейрофизиолог, родился в г.Царицыне.

В 1921-1926гг. – студент Ленинградского государственного института медицинских знаний. Под руководством В.М.Бехтерева на 1-м курсе проводит первую научную работу «Влияние мажорных и минорных колебаний звуков на возбуждение и торможение в коре головного мозга.

В 1926-1930гг. – ассистент, доцент кафедры физиологии Ленинградского зоотехнического института, одновременно работал в Павловской лаборатории. На кафедре выполнил исследования по изучению особенностей кровоснабжения головного мозга, влияния ацетилхолина на сосуды и секреторную функции слюнных желез.

В 1930-1935гг. – заведующей кафедрой физиологии Горьковского медицинского института и кафедрой физиологии биологического факультета Нижегородского университета.

В 1935-1944гг. заведующий отделом нейрофизиологии ВИЭМ. В отделе продолжил углубленные исследования проблемы центра и периферии в нервной деятельности не только в общебиологическом, но и в эмбриологическом аспекте.

В 1944-1950гг. заведующий отделом физиологии нервной системы института физиологии АМН СССР, с 1946 г. – заместитель директора института по научной работе, с 1949 – директор института.

В 1950-1952гг. заведующий кафедрой физиологии Рязанского медицинского института.

В 1951-1958гг. заведующий лабораторией физиологии и патологии

Института хирургии им. А.В.Вишневского АМН СССР. В лаборатории продолжил исследования по высшей нервной деятельности, патогенезу гипертонической болезни, исследовал вопросы гипотермии, роль ретикулярной формации в механизме наркоза, болевых ощущениях и т.д. Результаты исследований по изучению закономерностей компенсации нарушенных функций обобщил в работе «Общие принципы компенсации нарушенных функций и их физиологическое обоснование» (1955).

В 1955-1974гг. – заведующий кафедрой нормальной физиологии 1-го Московского ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени медицинского института им. И.М.Сеченова. В этот период П.К.Анохин разрабатывает и окончательно формулирует основные положения теории функциональных систем, развивающую рефлекторную теорию и раскрывающую схему приспособительной деятельности организма. П.К.Анохин предложил свое собственное понимание подкрепления, отличное от классического (Павловского). Он рассматривал подкрепление не как эффект действия безусловного раздражителя, а как афферентный сигнал о самой реакции, свидетельствующий о соответствии ожидаемому результату (акцептору действия).

На основе теории функциональных систем разработал теорию системогенеза, сущность которой заключается в том, что к моменту рождения животных и человека, в первую очередь, гетерохронно и избирательно созревают функциональные системы, обеспечивающие выживание новорожденного сразу после рождения.

П.К.Анохин исследовал и предложил новую трактовку роли ретикулярной формации в механизмах сна и бодрствования, механизмах боли и избирательного действия наркотических средств, нейрохимическую трактовку различных компонентов вызванного потенциала, экспериментально обосновал конвергентную теорию замыкания условного рефлекса, предложил гипотезу интегративной деятельности нейрона.

ФРЕДЕРИК БАНТИНГ

Фредерик Грант Бантинг (1891-1941) – канадский химик и физиолог. Родился 14 ноября 1891 г. в небольшом канадском городке Аллистон в фермерской семье. После окончания школы по воле своих родителей в 1912 г. Фредерик поступает на богословский факультет Торонтского университета, но уже через год переводится на медицинский факультет. В 1916 г., получив степень бакалавра медицины, он просит о направлении его в армию (шла Первая мировая война). В течение двух лет Бантинг служил военным хирургом в Англии, а затем во Франции, был тяжело ранен и демобилизован из армии.

После демобилизации Ф.Бантинг некоторое время работает хирургом в детской больнице, а в 1920 г. его приглашают на должность препаратора в университете Западного Онтарио. Уже через год он становится доцентом медицинской школы университета. С1921 по 1922 гг. Ф.Бантинг читает лекции по фармакологии в Торонтском университете.

В 1922 г. в этом же университете он защитил докторскую диссертацию, темой диссертации была болезнь – сахарный диабет. Тему исследования Бантинг определил практически случайно. Один из его близких друзей умер от диабета. Смерть друга глубоко потрясла Бантинга и заставила заняться поиском средств для лечения этой болезни.

Исследования начались в 1920 г. Ф.Бантинг обратился к заведующему кафедрой Джону Маклеоду, считавшемуся ведущим специалистом по диабету, за помощью в проведении экспериментов. Но вначале получил отказ, профессор не принял всерьез намерения начинающего ученого.

Несмотря на запрещения профессора Д.Маклеода пользоваться его лабораторией, Ф.Бантинг вместе со студентом-медиком Чарльзом Бестом на свои небольшие сбережения покупал собак и ставил опыты по удалению поджелудочной железы, вызывая сахарную болезнь. В 1921 г. после напряженных экспериментов они ввели животным взятую у здоровых собак вытяжку поджелудочной железы – инсулин, и концентрация сахара в крови больных собак снизилась.

Ф.Бантинг и Ч.Бест из поджелудочной железы выделили экстракт с высокой биологической активностью, обладающий способностью снижать уровень сахара в крови. Так, в 1921 г. они, основываясь на предшествующих исследованиях, получили в чистом виде гормон островков лангерганса – инсулин. В том же году ученые сообщили о результатах своих исследований на заседании клуба «Физиологического журнала» Торонтского университета, а чуть позднее выступили перед членами американского физиологического общества.

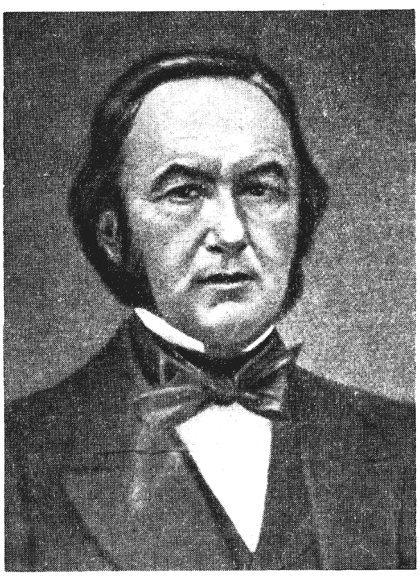
Профессор Д.Маклеод, убедившись в перспективности исследований, использовал все возможности своей кафедры для продолжения исследований, получения и очистки инсулина. Он привлек к работе биохимика Д.Б.Коллина, который очень быстро поставил процесс на поток. В январе 1922 г. Бантинг и Бест испытали действия нового препарата на себе. В это время госпитализировали 14-летнего мальчика в состоянии диабетической комы. Только применение инсулина спасло его от неминуемой смерти. Следующим, кого вернул к жизни Ф.Бантинг, был его друг – врач Джилькриста, ставший его верным помощником.

В 1923 г. Ф.Бантинг вместе с Д.Маклеодом стали лауреатами Нобелевской премии. Часть своей премии Бантинг разделил с Бестом, сказав, что без него «не было бы открытия». Столь быстрое международное признание открытия объясняется тем, что до 1921 г. диабет был неизлечимой болезнью из-за отсутствия эффективных лекарств.

В 1928 г. Бантинг читал лекции в Эдинбурге. Был избран членом многих медицинских академий и обществ в своей стране и за рубежом. В 1934 г. в Великобритании его посвятили в рыцари и избрали членом Лондонского Королевского общества.

В начале Второй мировой войны Ф.Бантинг добровольно поступает на службу в канадскую армию в качестве офицера связи, он осуществлял связь между английскими и канадскими медицинскими службами. 21 февраля 1941 г. Ф.Бантинг погиб при аварии самолета в Ньюфаундленде.

КЛОД БЕРНАР



Клод Бернар (1813-1878) – французский физиолог и патофизиолог. Родился 12 июля 1813 г. в семье винодела недалеко от Вильфранша – небольшого французского городка на берегу Сены. Начальное обучение получил в школе этого городка. В 1834 г. поступил в высшую Медицинскую школу Парижа, где стал учеником великого французского физиолога Ф.Мажанди. По окончании учебы в 1839г. Ф.Мажанди пригласил своего способного ученика К.Бернара работать в свою лабораторию в Коллеж де Франс. Вначале К.Бернар был ассистентом в лаборатории Ф.Мажанди, в 1843 г. получил звание доктора медицины за работу о роли желудочного сока в пищеварении. С 1847 г. стал заместителем Ф.Мажанди, а в 1855 г., после его смерти, возглавил кафедру экспериментальной медицины.

К.Бернар работал почти во всех областях современной ему физиологии. Первая работа К.Бернара, посвященная анатомии и физиологии слюнной железы (1843), положила начало его исследованиям по физиологии пищеварения. В 1849 г. ученый сделал свое первое крупное открытие, выяснив, что поджелудочная железа секретирует не только вещества, способствующие перевариванию белков и углеводов, но и фермент, расщепляющий жиры. Некоторые из его наблюдений над собаками с удаленной поджелудочной железой способствовали спустя 72 года открытию инсулина. В 1848 г. Бернар открыл гликоген и установил роль печени в углеводном обмене.

В 1858 г. К.Бернар в деталях описал свое следующее крупное открытие: он установил, что просвет кровеносных сосудов регулируется симпатической нервной системой.

Клод Бернар ввел понятие о внутренней среде организма. Выяснив значение крови и лимфы как «внутренней среды» для всех клеток, он показал, что она является источником, из которого клетки получают питательные вещества и в которую они отдают продукты своего обмена. Он указал на постоянство состава внутренней среды, что является существенным условием для жизни клеток.

Кроме работ по физиологии пищеварения, обмену веществ и нервной регуляции кровообращения, широко известны труды К.Бернара по изучению функций крови, механизмов теплообразования, электрических явлений в тканях животных, функций различных нервов, действию анестезирующих и наркотических веществ. В лаборатории К.Бернара работали известные русские ученые: Н.М.Якубович, Ф.В.Овсянников, И.М.Сеченов, И.Р.Тарханов.

В 1854 г. К.Бернар становится академиком французской Академии наук по секции «Медицина и хирургия». В 1853 г. его приглашают на организованную для него кафедру общей физиологии естественного факультета Парижского университета; с 1855 г. – профессор экспериментальной физиологии в Коллеж де Франс. В 1868 г. он переходит в Музей естественной истории на кафедру сравнительной физиологии.

Клод Бернар скончался 10 февраля 1878 г. в возрасте 65 лет, став первым французским ученым, удостоенным публичных похорон.

АНДРЕАС ВЕЗАЛИЙ



Андреас Везалий (1514-1564) – бельгийский ученый естествоиспытатель. Родился 31 декабря 1514 г. в Брюсселе (Бельгия). Несколько поколений семьи, в которой родился Андреас, были учеными-медиками и знатоками медицинских трудов исторического характера. Отец служил придворным аптекарем, и путь Андреаса в медицину был прямой.

В 16-летнем возрасте Андреас получил классическое образование в Брюсселе. В 1530г. он поступил в Лувенский университет, где изучал греческий и латинский языки, математику, риторику.

У А.Везалия рано обнаружилась склонность к анатомии. В свободное от университетских занятий время он с огромным увлечением вскрывал и тщательно препарировал домашних животных. Эта страсть не оста-

лась незамеченной. Придворный врач и друг отца Андреаса, интересовавшийся судьбой юноши, порекомендовал ему обучаться медицине.

В 1533 г. Андреас отправляется изучать медицину в Париж. Здесь он более четырех лет занимается анатомией, слушает лекции итальянских врачей. Занятия по анатомии предполагают практику на человеческом материале. Везалию для анатомических исследований необходимы были трупы умерших людей. Но с этим вопросом всегда были сложности, это занятие никогда не было богоугодным делом. Увлеченный страстью научного исследования, Везалий уносил с кладбищ и мест казни трупы.

В 1536 г. Везалий возвращается в Лувен, где продолжает заниматься любимым делом вместе со своим другом Г.Фризием, который в дальнейшем стал известным врачом. Вместе с ним Везалий, скрепив кости проволокой, изготовил полный анатомический скелет человека. Для изготовления скелета они похищали трупы казненных, обрезали мягкие ткани и вываривали кости.

В 1537 г. Везалий получил степень бакалавра медицины в Лувенском университете, в том же году он удостоен степени доктора медицины и кафедры в Падуанском университете.

После того как Везалий публично продемонстрировал вскрытие, Сенат Венецианской республики назначил его профессором хирургии с обязательством преподавать анатомию.

Основные научные работы Везалия посвящены анатомии человека. В 1538 г. ученый опубликовал Анатомические таблицы – шесть листов гравюр, выполненных С.Калькаром, учеником Тициана. В них Везалий уточнил и пополнил анатомическую терминологию, проиллюстрировал новые данные о строении тела человека. Убедившись в том, что многие анатомические тексты Галена, известного римского врача, основаны на результатах вскрытий животных и, следовательно, не отражают специфики анатомии человека, Везалий решил предпринять экспериментальные исследования человеческого тела. Итогом стал трактат «О строении человеческого тела» (1543).

Труд Везалия явился началом современной анатомии, в нем впервые в истории анатомии было дано не умозрительное, а вполне научное описание строения человеческого тела, основанное на экспериментальных исследованиях.

В 1543 г. Везалий стал придворным врачом императора Священной Римской империи Карла V, приобрел обширную частную практику и высокую репутацию. После отречения Карла V в 1556 г. поступил на службу к его сыну Филиппу II, королю Испании.

После смерти в 1562 г. Г.Фаллопио, занимавшего кафедру анатомии в Падуе, Везалий решил вернуться к исследовательской работе. В мае 1564г. Везалий получил свою прежнюю кафедру и до начала нового семестра отправился в путешествие в Иерусалим. На обратном пути судно,

на котором плыл Везалий, потерпело кораблекрушение и было выброшено на о.Занте, на острове Везалий тяжело заболел и умер в октябре 1564 г.

ЛЕОНАРДО ДА ВИНЧИ

Леонардо да Винчи (1452-1519) – итальянский художник, изобретатель и анатом. Родился Леонардо 15 апреля 1452 г. в небольшом городке Винчи, детство его прошло во Флоренции в доме отца, нотариуса Пьетро да Винчи, и мачехи.

Заметив способности сына, отец в четырнадцать лет отдал его в ученики к известному художнику и скульптору Андреа дель Верроккьо, одному из самых знаменитых в Италии художников.

Между 1476-1478 гг. Леонардо открывает собственную мастерскую. В 1481 г. Леонардо уезжает в Милан, этот период длится почти 20 лет, и за это время он получает признание. К этому периоду относятся наиболее крупные произведения Леонардо, в Милане он создает свою первую скульптуру. В это же время Леонардо увлекается анатомией. Он знакомится с известным анатомом Марко Антонио дель Торе и делает несколько иллюстраций к его анатомическому атласу.

Леонардо да Винчи изучал пропорции человеческого тела – ребенка и взрослого. Он вскрывал трупы мужчин и женщин различных возрастов и делал многочисленные зарисовки, сопровождая их описанием. Систематическое изучение человеческого тела позволило ему сделать огромное количество анатомических рисунков. Он составил отдельную книгу по анатомии лошади, включив в нее 40 таблиц с рисунками.

В своих физиологических исследованиях Леонардо да Винчи много внимания уделял органам чувств, которые, как определял ученый, служат проводниками приходящих извне раздражений. Но раздражения могут исходить изнутри тела, из души, обиталищем которой он считал головной мозг. Из картины внешнего мира в мозгу образуется «общее чувство», сохраняющееся в памяти. Головной мозг руководит сознательными и бессознательными движениями, которые подчиняются законам механики. Леонардо тщательно исследовал движения тела при ходьбе, беге, прыжках. Движения души он изображал на своих рисунках как радость, смех, плач, боль, ужас. В психологии это называется физиогномикой.

Леонардо да Винчи представляет собой единственный пример великого живописца, для которого его искусство не было главным делом жизни. Он был также ваятелем и зодчим, философом и математиком, инженером, механиком, физиком и астрономом, гидротехником и фортификатором, анатомом и оптиком, геологом, зоологом и ботаником.

Но этот перечень не исчерпывает его занятий. Достаточно привести

лишь некоторые заглавия записок, оставленных Леонардо, чтобы представить масштаб его личности – «Трактат об архитектуре и военном деле», «Анатомическая рукопись», «Трактат о свете и тени», «Трактат о глазе», «Трактат о живописи», «Трактат о движении и измерении воды». Однако мало какие научные идеи находили отклик у современников, они слишком опережали время и воспринимались как гениальная фантазия, как игра ума.

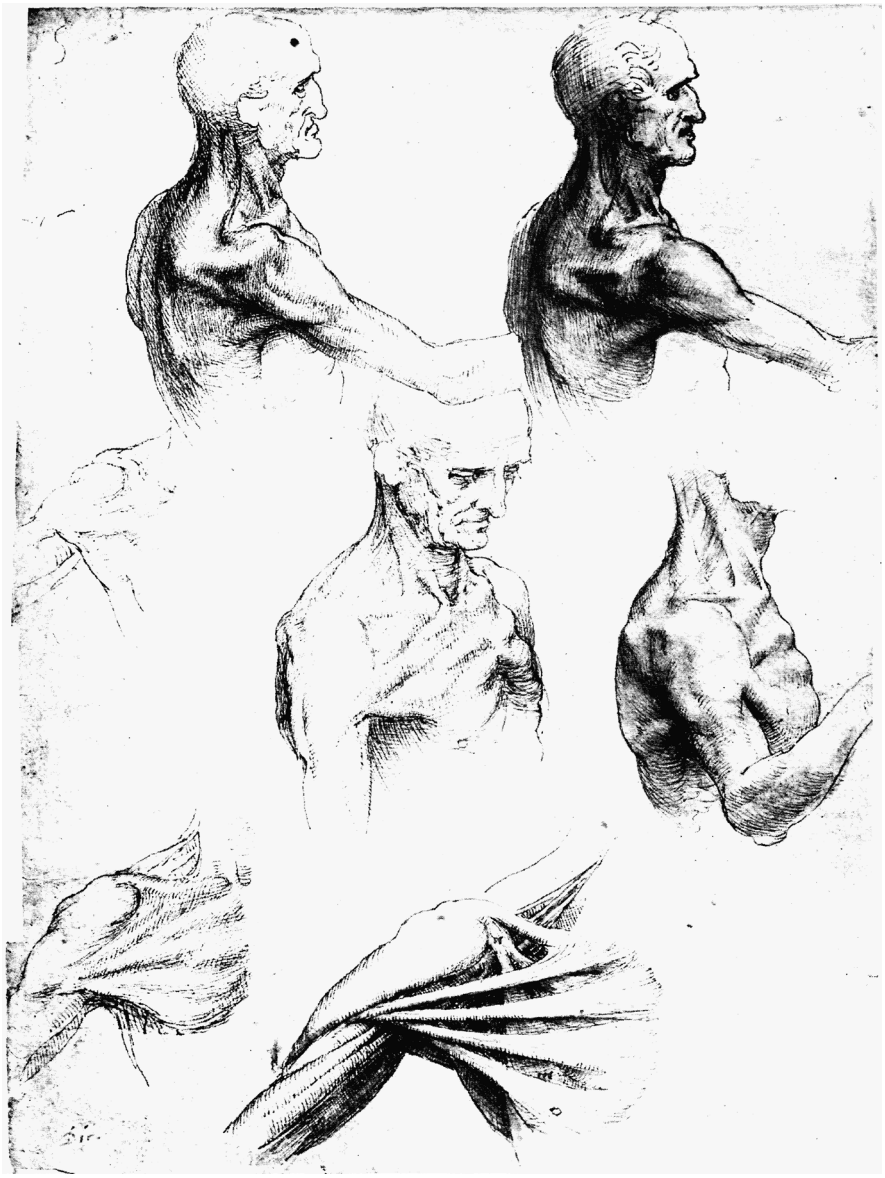


Рис.5. Леонардо да Винчи. Плечевой пояс мужчины. Этюд. 1510 г.

Леонардо нигде не задерживался подолгу, переезжал из одного итальянского города в другой. С 1516 г. Леонардо находится во Франции, куда он приезжает по приглашению короля. Там он жил в королевском замке, неподалеку от г.Амбуаза, где и умер 2 мая 1519 г.

АЛЕССАНДРО ВОЛЬТА

Алессандро Вольта (1745-1827) – итальянский физик, физиолог и химик. Вольта родился 18 февраля 1745 г. в небольшом итальянском городке Комо, близ Милана. А.Вольта рано начал увлекаться естественными науками, изучением электрических явлений. В 1769 г. им опубликована первая научная статья о лейденской банке (простейшем конденсаторе).

В 1774-1779 гг. он преподавал физику в гимназии г.Комо и продолжал заниматься исследованиями в области электричества. Исключительный экспериментальный талант и строгая логическая последовательность исследований привели молодого ученого к изобретению ряда приборов: электрофора, электрического пистолета, водородной лампы. Последние приборы – результат изучения «горючего газа» болот или, как его называют в настоящее время «биогаза», «болотного газа». Изучая «горючий газ», Вольта открыл «метановое брожение» – процесс анаэробного превращения биомассы в смесь газов, основной компонент которого – метан. Производство биогаза из сельскохозяйственных отходов в настоящее время является одним из путей решения энергетических проблем в сельских районах.

В 1779 г. Вольта стал профессором университета в Павии, считавшегося одним из лучших в Италии. В Павии он проработал до 1799 г. и даже стал ректором университета. После этого А.Вольта несколько лет живет в Париже, где продолжает преподавать и заниматься научными исследованиями, затем снова возвращается в Павию.

С1815 г по 1819 г. он является деканом философского факультета Падуанского университета, после чего выходит в отставку и переезжает в Комо.

В 1791 г. итальянский физиолог Луиджи Гальвани опубликовал «Трактат о силах электричества при мышечном движении», в котором выдвинул идею о существовании «животного электричества». Гальвани заметил, что, если соединить металлическим проводником мышцы и нервы препарированной лягушки, происходит сокращение ее мышцы, т.е. появляются кратковременные импульсы электрического тока в мышцах лягушки.

Опытами Гальвани заинтересовался А.Вольта и воспроизвел их. Первые же эксперименты подтвердили наблюдения Гальвани, но Вольта не ограничился простым повторением. Он разнообразил эксперименты, менял виды проводников, эксперименты проводил не только на лягушках, но и на других животных (ящерицах, мухах и т.д.) и вскоре обнаружил несоответствие выводам Гальвани. Вольта установил, что источником электричества является контакт разнородных металлов с раствором электролита, которым насыщена мышечная ткань. То есть электричество возникает не в мышце. Результатом этого исследования стало появление прибора, источника тока под названием *вольтов столб*, более известном как

гальванический элемент.

Казалось бы, существование «животного» электричества было опровергнуто. Но спор физиолога и физика на этом не закончился. Последующий ход событий внес ясность. Гальвани был прав в отношении способности биологического объекта генерировать электричество (он продемонстрировал это в экспериментах последних лет жизни, в которых не использовал металлических проводников, препаровку проводил с помощью стеклянных крючков, а нервно-мышечные препараты располагал так, что цепь замыкалась только между нервом и мышцей одной или двух лапок лягушки).

Спор Гальвани и Вольта длился около 30 лет и оказался очень плодотворным, побуждая соперников ставить все новые и новые опыты. В результате Вольта удалось изобрести источник постоянного тока, а Гальвани – окончательно доказать существование биоэлектрических потенциалов. Опыты Гальвани положили начало электрофизиологии, а опыты Вольта – электротехнике. По иронии судьбы элемент Вольта стал называться гальваническим, а электрические потенциалы живых объектов, открытые Гальвани, принято измерять в вольтах.

КЛАВДИЙ ГАЛЕН



Клавдий Гален (129-199) – римский врач и естествоиспытатель. Гален родился в городе Пергаме, до наших дней от этого города сохранились лишь развалины (г.Пергам вошел в историю человечества благодаря изобретенному здесь пергаменту).

Отцу Галена, известному архитектору и влиятельному человеку, приснился сон, воспринятый им как знамение, велящее отдать сына на службу медицине. Клавдию уже минуло 17 лет, он изучал философию, математику и естественные науки, особо увлекался геометрией, но воле отца не перечил. Около пяти лет старательно воспринимал он мудрость своих наставников – врачей Пергама. Затем совершенствовался по врачеванию, посвятив несколько лет странствиям по культурным центрам Европы и Востока.

Возвратившись в Пергам, 29-летний Гален становится врачом-хирургом при школе гладиаторов и славится свом искусством лечения ранений, вывихов и переломов.

В 33 года Гален переезжает в Рим, где получает должность придворного врача императора Марка Аврелия, а после его смерти – у его сына Комода. Леча больных из римской знати, он не отказывал в помощи и неимущим. Слава гениального и искусного врача была так велика, что в Древнем Риме были выпущены в обращение монеты с изображением Галена.

По настоянию своих друзей Гален открыл курс лекций по анатомии, который читал в храме Мира. На эти лекции приходили не только врачи, но и интересующиеся наукой горожане.

Гален ввёл в медицину вивисекцию, эксперименты на животных, впервые разработал методику вскрытия мозга. Опыты проводились на свиньях, коровах и других животных. Гален никогда не делал вскрытий человеческого трупа, все его анатомические представления были выстроены по аналогии со строением тела животных. Гален много писал о функциях отдельных органов. Некоторые его взгляды, например, на кровообращение, пищеварительную и дыхательную систему были ошибочны. Одной из крупных ошибок, допущенной им и долго удерживающейся в науке под влиянием его авторитета, было его убеждение в том, что воздух поступает непосредственно в сердце через дыхательные пути, а кровь проходит из одного желудочка сердца в другой через отверстие в перегородке между желудочками.

Занимаясь лечением гладиаторов, Гален смог существенно расширить свои анатомические познания. Он описал многие подробности строения человеческого тела, дал названия некоторым костям, суставам и мышцам, сохранившимся в медицине до настоящего времени. В трудах Галена описаны многие болезни органов человека, даны практические советы по лечебной гимнастике и рекомендации, как надо прикладывать компрессы, ставить пиявки, оперировать раны.

Приводит Гален и целый ряд рецептов порошков, мазей, настоек, вытяжек и пилюль. Его рецепты, в несколько измененном виде, применяются до сих пор и носят название «галеновых препаратов» (лекарственные средства, изготовляемые путем обработки растительного или животного сырья и извлечения из него действующих начал). К галеновым препаратам относят настойки, экстракты, сиропы, воды, масла, спирты, пластыри, горчичники.

Гален написал около 400 трактатов, до нас дошли лишь около сотни. Помимо взглядов самого Галена в них содержались имена и открытия его современников, чьи труды затерялись во мраке веков или сгорели при пожарах в книгохранилищах. Основные дошедшие до нас сочинения Галена – «О частях человеческого тела», «Анатомия».

В соответствии с религиозными представлениями Гален развивал мысль, о том что каждый орган человеческого тела создан богом в наиболее совершенной форме и в предвидении той цели, для достижения которой этот орган предназначен. Это обстоятельство способствовало упрочению авторитета Галена в средневековой христианской Европе. Его работы

признавались непогрешимыми. Ни одна из описанных Галеном деталей строения тела не подлежала проверке, и все его ошибки повторялись в последующие века. Вплоть до эпохи Возрождения анатомия и физиология представляли собой отражение того, что было сделано Галеном.

ЛУИДЖИ ГАЛЬВАНИ



Луиджи Гальвани (1737-1798) – итальянский анатом и физиолог, родился в 1737 г. в Болонье. В то время Болонья была достаточно крупным культурным, торговым и промышленным центром и славилась своим старинным университетом, основанным в 1158 г.

Первоначально Гальвани серьезно занимался богословием и готовился стать монахом, но затем поступил в местный университет на медицинский факультет, который закончил в 1759 г. В 1762 г. получил степень доктора медицины, защитив диссертацию на тему «О костях». После этого стал заведующим кафедрой анатомии, и параллельно занимался хирургией и акушерством.

Известность Гальвани принесли его опыты по изучению мышечного сокращения. Согласно легенде на эти исследования его натолкнула наблюдательная супруга. Госпожа Гальвани сама ходила в мясную лавку за говядиной. А там продавали не только говядину, баранину, свинину и другие продукты, но и лягушачьи лапки, которые у итальянцев считаются деликатесом. Посмотрев на лягушачьи лапки, синьора Гальвани заметила, что лапка лягушки, висевшая на медном крючке, вздрагивала, точно живая. Она рассказала об этом мужу и обвинила мясника в близости к нечистой силе. Пришлось профессору самому сходить в мясную лавку и посмотреть, что там происходит. Вначале он решил, что сокращения мышц лягушачьих лапок происходит под влиянием атмосферного электричества. Но решил проверить это и начал свои опыты.

В 1771 г. он открыл феномен сокращения мышц препарированной лягушки под действием электрического тока. В самом этом факте с физической точки зрения не было ничего нового, явление электрической индукции было объяснено еще в 1779 г. Но Гальвани подошел к факту не как физик, а как физиолог, его заинтересовала способность мертвого препарата проявлять себя как живой материал. Он тщательно исследовал этот феномен, меняя самые разные параметры: положение в теле лягушки электрического провода с током, источники электричества и т.д.

О том, что электрический ток приводит к сокращению мышц животных, было известно давно, но Гальвани, заметивший действия разряда на расстоянии, решил изучить воздействие атмосферного электричества на мышцы. С этой целью он протянул над своим домом длинный проводник и подвешивал к нему за бедренные нервы лягушек, к лапкам которых присоединялась другая длинная проволока, опущенная в колодец. В этом эксперименте Гальвани наблюдал сильные сокращения мышц при вспышке молнии, в ясную погоду результат не был столь очевиден.

В одном из таких опытов, используя в качестве источника тока атмосферное электричество, он тщетно дожидался перемены в погоде и случайно прижал электроды, воткнутые в спинной мозг лягушки, к железной решетке, на которой она лежала. Появились такие же сокращения, как и во время опытов, проводимых в грозу.

Вскоре Гальвани обнаружил, что мышцы сокращаются и в отсутствие внешнего источника тока, при простом наложении на них двух разных металлов, соединенных проводником (он подвешивал препарат обнаженных задних лапок лягушки с помощью медного крючка на железные решетки перил балкона, поэтому эксперимент называют – «балконный опыт»). Он сделал вывод, что эти движения происходят в связи с появлением в нервно-мышечной ткани лягушки кратковременных электрических токов. Сокращение мышцы Гальвани объяснил протеканием «животного электричества», которое, по его мнению, зарождалось в нервах и запасалось в мышцах. Он предположил, что от мышц к нерву через металлический проводник перетекали некие «электрические флюиды» и что именно этот разряд, идущий из мышцы, вызывал ее сокращение.

Результаты 11-летних исследований Гальвани опубликовал в своем знаменитом произведении «Трактат о силах электричества при мышечном движении» (1791), в котором обобщил результаты своих опытов по изучению животного электричества. В этих экспериментах он открыл мышечные электрические токи, которым дал название «животного электричества». В своем трактате он развил теорию животного электричества, в соответствии с которой мышцы и нервы рассматривались как заряженные электрические батареи.

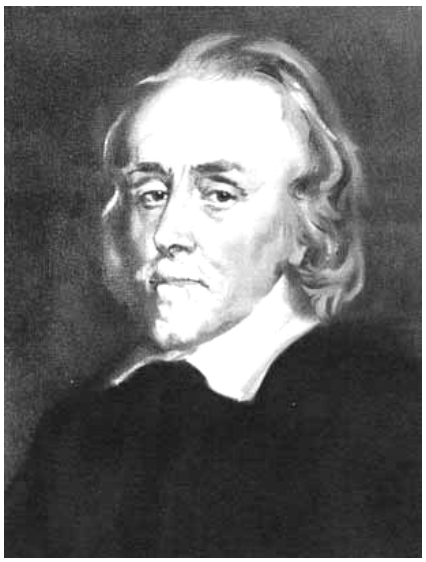
Опытами физиолога заинтересовался итальянский физик Алессандро Вольта (1745-1827), который высказал предположение, что электричество заключалось не в мышцах, а возникало при контакте двух разнородных металлов. Так начался знаменитый спор между двумя учеными, Гальвани и Вольта. Один настаивал, что электричество происходило от металлов, другой – от животного (первые опыты Гальвани на самом деле не доказывали наличия животного электричества, однако они продемонстрировали высокую чувствительность ткани к току). Каждый проводил новые опыты в пользу своей теории. Наконец Гальвани удалось найти такие доказательства, которые исключали применение металлов. Гальвани поставил опыт,

названный «сокращением без металла, или второй опыт Гальвани», в котором сокращение мышцы возникало при набрасывании на нее перерезанного конца иннервирующего ее нерва; тем самым Гальвани удалось показать, что источник животного электричества – ткани земноводного.

Споры о существовании животного электричества продолжались до тех пор, пока Карло Маттеучи (1811-1868) не опубликовал в 1844 г. экспериментальные доказательства существования биопотенциалов в животной ткани. Один из классических физиологических экспериментов называется «опыт вторичного сокращения, или опыт Маттеуччи», в котором один нервно-мышечный препарат возбуждается током, возникающим при сокращении мышцы другого препарата.

Гальвани занимался преподавательской деятельностью в Болонском университете. После образования Цизальпинской республики, основанной в 1797г. Наполеоном Бонапартом, служащие государственных учреждений присягали на верность императору. Гальвани отказался и вследствие этого был уволен. Через несколько месяцев, из уважения к его научным заслугам, правительство Цизальпинской республики восстановило его в должности без требования присяги, но было уже поздно. Нужда и состояние глубокой подавленности приблизили трагический конец. Увольнение стало последней каплей, переполнившей чашу несчастий, постигших ученого. Незадолго до увольнения умерла жена Гальвани. В последние дни своей жизни Гальвани старался найти утешение в философии и религии, интересовавших его в молодости. Умер Гальвани 4 декабря 1798 г. в Болонье.

УИЛЬЯМ ГАРВЕЙ



Уильям Гарвей (1578-1657) – английский врач и физиолог. Родился в г.Фолкстон, расположенном на юго-восточном побережье Англии, в семье богатого английского купца.

В неполные одиннадцать лет Уильям окончил частную школу. Видя хорошие успехи сына в учебе, отец отвозит мальчика в Кентерберийскую королевскую школу для продолжения образования.

В 15-летнем возрасте Уильям поступил в Кембриджский университет, где начал свое медицинское образование. Завершил он образование в Падуанском университете и здесь же получил степень доктор медицины.

В начале 1603 г. Гарвей вернулся в Англию, он хотел получить сте-

пень доктора медицины на родине, от английского университета. Получив второй докторский диплом в Кембриджском университете, он решил заняться врачебной практикой в Лондоне.

В 1607 г. Гарвея избрали членом Королевской коллегии врачей, впоследствии он в Коллегии занял кафедру анатомии и хирургии и проработал на ней вплоть до своей смерти. Одновременно с преподавательской деятельностью Гарвей работал врачом, а затем и главным врачом в больнице Святого Варфоломея. В 1618 г. Гарвей становится придворным врачом короля Якова I, а после его смерти – Карла I, с которым он переезжает на непродолжительное время в Оксфорд.

Вернувшись в Лондон, Гарвей удаляется от общественной жизни, чтобы целиком отдаться своим исследования. Еще в Падуе Гарвей начал изучать движение крови в организме. В то время господствовала галеновская система, по которой главный орган кровообращения – печень, и кровь в организме постоянно расходуется.

Гарвею удалось установить, что кровь в организме не расходуется, как думал Гален, а движется по замкнутому пути, а центром кровообращения является не печень, а сердце. Также он объяснил назначение особых клапанов, находящихся в венах, благодаря которым кровь движется только в одном направлении. Он считал, что артерии несут «совершенную и питательную кровь», а вены «истощенную и непригодную» кровь.

Гарвей считал, что кровь движется по кругу, все время, возвращаясь в сердце, и что существует два круга кровообращения. По большому кругу кровь обходит все тело. В малом круге кровь движется между сердцем и легкими. Гарвей считал, что кровь процеживается через легкие для охлаждения. Он считал также, что артерии разветвляются на более мелкие артерии, а те на еще более мелкие. Предположил существование тончайших сосудов – капилляров.

Лишь в 1618 г. Гарвей, когда уже располагал большим материалом наблюдений и опытов, решил рассказать о своих исследованиях на лекции. Свои выводы Гарвей кратко сформулировал словами: кровь движется по кругу, точнее по двум кругам: малому – через легкие и большому – через все тело. В 1628 г. он опубликовал свой труд – «Анатомические исследования о движении сердца и крови у животных», в котором изложил результаты своего открытия – открытия двух кругов кровообращения. В честь этого события 1628 г. считается датой рождения физиологии как науки.

Судьба Гарвея после выхода его книги о кровообращении была довольно сложной. Врачи и анатомы того времени верили в непогрешимый авторитет Галена, его утверждения не подвергались сомнениям. Теория Гарвея была непонятна, непривычна и чужда традиционным взглядам. И все-таки, несмотря на эти непонимания, Гарвей дожил до признания своей правоты.

В 1651 г. Гарвей опубликовал вторую свою известную работу – «Ис-

следование о зарождении животных», в котором отвергал идею самозарождения мелких животных. Он сформулировал правило: «Все живое из яйца». Этот труд Гарвея положил начало современной эмбриологии.

В 1654 г. Гарвей был избран президентом Лондонской медицинской коллегии, но по состоянию здоровья отказался от этой должности.

Скончался У.Гарвей в 1657 г. в возрасте 79 лет.

ГЕРМАН ГЕЛЬМГОЛЬЦ



Герман Гельмгольц (1821-1894) – немецкий физик и биолог. Родился в 31 августа 1821 г. в г.Потсдам. В детстве Герман часто болел, обладал плохой памятью, учился посредственно. Во время его учебы в гимназии никто даже подумать не мог, что он столько полезного сделает в науке. Однако Г.Гельмгольц стал выдающимся физиологом. С его именем связана коренная реконструкция физиологических представлений. Знаток высшей математики и теоретической физики, он поставил эти науки на службу физиологии и добился выдающихся результатов.

В 1838 г. Гельмгольц окончил гимназию и поступил в Военный Медико-хирургический институт Фридриха Вильгельма в Берлине, который готовил военных врачей. Гельмгольцу повезло не только с сокурсниками, с ним училась целая плеяда будущих корифеев физиологии, составивших цвет немецкой науки: К.Людвиг, Э.Дюбуа-Реймон, Т.Шванн, но и с преподавателем физиологии – И.Мюллером, светилом немецкой физиологической науки. Учеников Мюллера объединяло стремление связать физику с физиологией и найти для их обоснования более прочный фундамент.

В ноябре 1842 г. Гельмгольц защитил докторскую диссертацию «О строении нервной системы беспозвоночных». В ней он впервые доказал, что известные элементы нервной ткани, нервные клетки и волокна соединены друг с другом и составляют части неразрывного целого, получившего в дальнейшем название нейрон.

По окончании института Гельмгольцу предстояла семилетняя отработка в качестве военного врача. Он служил эскадронным хирургом полка. В этот период вышла его книга «О сохранении силы». В ней Гельмгольц математически обосновал провозглашенный еще в XVIIIв. М.В.Ломоносовым закон сохранения энергии, показав его всеобщий ха-

рактер, и применил этот закон в физиологии.

Г.Гельмгольцу оставалось три года обязательной военной службы, но А.Гумбольд помог ему освободиться от службы и содействовал его назначению в Академию художеств и анатомо-зоологический музей. Уже через год, в 1849 г., по рекомендации И.Мюллера, Г.Гельмгольца приглашают профессором физиологии в Кёнигсбергский университет.

Г.Гельмгольцу принадлежат классические исследования, заложившие основы физиологии зрения и слуха: опубликованное в 1856 г. «Руководство по физиологической оптике», а в 1862 г. – «Учение о слуховых ощущениях как физиологическая основа для теории музыки». Он сконструировал глазное зеркало – офтальмоскоп, который дал возможность наблюдать глазное дно, предложил теорию аккомодации глаза, обнаружил неизвестное ранее явление – нарушение лучепреломления в глазе (астигматизм), развил трехкомпонентную теорию цветового зрения Т.Юнга. Гельмгольц создал модель уха для изучения характера воздействия звуковых волн на кортиев орган и разработал резонансную теорию слуха.

Труды Гельмгольца в области физиологии посвящены также изучению нервной и мышечной систем. Он обнаружил и измерил теплообразование в мышце при ее сокращении. Изучал на препарированных лягушках скорость распространения возбуждения по нерву. Он раздражал в двух точках нерв, подходящий к мышце, электрическим током; вызванное возбуждение бежало по нерву, достигало мышцы и она сокращалась. Зная расстояние между этими двумя точками и разницу во времени, ученый рассчитал скорость распространения возбуждения по нерву лягушки, которая оказалась равной 27м/с. В 1867-1870 гг. совместно с русским ученым Н.Бакстом он измерил скорость распространения возбуждения в нервах человека.

В 1855 г. Гельмгольц получает назначение на кафедру анатомии и физиологии в Боннский университет, а в 1857 г. переходит на кафедру физиологии Гейдельбергского университета, в 1862 г. избирается проректором университета. У Гельмгольца было много учеников. Поработать в его лаборатории, поучиться искусству эксперимента приезжали многие молодые ученые. В лаборатории Гельмгольца в Гейдельберге учился и русский физиолог И.М.Сеченов.

Кроме физиологии, Г.Гельмгольц много и плодотворно занимался теоретической физикой. Он заложил основы теории вихрей, провел исследования волновых движений.

Работы Г.Гельмгольца увели его далеко от физиологии, поэтому не удивительно, что в 1871 г. его назначили заведующим кафедрой физики Берлинского университета. По этому поводу Э.Дюбуа-Реймон сказал: «Произошло неслыханное дело: медик и профессор физиологии занял главную физическую кафедру Германии».

В 1877 г. Гельмгольца избирают ректором Берлинского университе-

та. В 1888 г. его назначают президентом Физико-технического института, эту должность он совмещает с преподаванием теоретической физике в университет до самой смерти.

Умер Г.Гельмгольц в сентябре 1894 г. на 72 году жизни. Перед Берлинским университетом, где протекали последние годы жизни, был поставлен памятник ученому.

ГИППОКРАТ



Гиппократ (ок. 460-377гг. до н.э.) – древнегреческий врач и анатом родился в 460 г. до н.э. в городке Меропис на острове Кос в Эгейском море. Его предки согласно легенде, занимались врачеванием на протяжении восемнадцати поколений. Отец Гиппократа – врач Гераклид, мать – акушерка Фенарета.

Первоначальное медицинское образование Гиппократ получил от отца и других врачей острова, будучи двадцатилетним юношей, он уже пользовался славой превосходного врача. Затем в целях пополнения знаний и усовершенствования в искусстве врачевания много путешествовал и изучал медицину в разных странах по практике местных врачей. Позднее он говорил, что для того, чтобы вполне овладеть искусством (врачевания), недостаточно одной жизни (таков смысл его изречения «жизнь коротка, искусство вечно»). Возвратившись на родной остров, Гиппократ основал здесь свою медицинскую школу.

История жизни Гиппократа малоизвестна, существуют предания и рассказы, относящиеся к его биографии, но они носят легендарный характер. Имя Гиппократа сделалось впоследствии собирательным именем, и многие сочинения из примерно семидесяти приписываемых ему, как выяснено в новейшее время, принадлежат другим авторам – его ученикам, сыновьям (врачам Фессалу и Дракону), врачам, представлявшим то или иное направления древнегреческой медицины. Гален признавал за Гиппократом подлинными 11, Галлер – 18, а некоторые ученые считают несомненно подлинными только 8 сочинений из так называемого «Гиппократова сборника».

Гиппократ стал реформатором древней медицины. Он первым подо-

шел к ней как к науке. У болезней, считал он, имеются естественные причины. Их можно узнать, изучив строение и жизнедеятельность человеческого организма. Сочинения Гиппократа содержат наблюдения над распространением болезней в зависимости от внешних влияний атмосферы, времен года, ветра, воды и их результат – физиологические действия указанных влияний на здоровый организм человека. В этих же сочинениях приведены и данные по климатологии разных стран, изучены метеорологические условия одной местности острова и зависимость болезни от этих условий. Гиппократ делит причины болезней на два класса: общие вредные влияния со стороны климата, почвы, наследственности и личные – условия жизни и труда, питания, возраст и др.

Гиппократ и его сторонники учили, что распознавание болезней и лечение больных должно быть основано на строгом наблюдении и изучении больных, на обобщении и накоплении практического опыта. Отсюда они выдвигали основной принцип: лечить не болезнь, а больного; все назначения врача, касающиеся лечения, режима больных, должны быть строго индивидуализированы. На этом основании считается, что Гиппократ и его последователи явились основоположниками клинической медицины.

В своих трудах Гиппократ рассмотрел самые различные области медицины, собрал в своих книгах имевшие в то время сведения о строении и функциях тела человека.

Гиппократ был создателем учения о четырех жидкостях тела – крови, слизи, желтой и черной желчи, количественное и качественное соотношение которых лежит якобы в основе всех нормальных и патологических процессов в организме человека.

Вследствие запрета вскрывать человеческие трупы, строение тела и отдельных органов изучались, как правило, на животных. Тем не менее, анатомические знания в Греции во времена Гиппократа поднялись на более высокую ступень, чем в странах Древнего Востока.

Гиппократ умер в Ларисе в 377 г. до н.э. на 83 году жизни. После смерти афиняне воздвигли ему статую с надписью «Гиппократу, нашему спасителю и благодетелю». Долгое время его могила была местом паломничества. Легенда гласит, что возле могилы Гиппократа поселились дикие пчелы. Мед, который они давали, обладал редкими целебными свойствами. Так после смерти великий врач продолжил исцелять людей.

Древнегреческого врача Гиппократа называют «отцом медицины». Каждый врач, начиная свой профессиональный путь, непременно вспоминает Гиппократа. Когда он получает диплом, то произносит клятву, освященную его именем.

РЕНЕ ДЕКАРТ



Рене Декарт (1596-1651) – французский философ. Родился во Франции, в провинции Турин.

В восемь лет он был отдан в иезуитскую школу Ла-Флеш (провинция Анжу), в которой с самого начала усердно занимался математикой, и вышел из нее человеком с уже сложившимся мировоззрением, презиравшим схоластику и мечтавшим о преобразовании науки. В 1612 г. Декарт отправляется в Париж, где ведет поначалу беззаботную светскую жизнь, но затем уединяется для математических занятий в Сен-Жерменском предместье. В 1617 г. по желанию семьи поступает на военную службу, а в 1619 г. принимает участие в Тридцатилетней войне. В этот период Декарт ясно осознает свое истинное призвание и решает всецело посвятить себя науке.

В 1629 г. уезжает в Голландию и живет здесь 20 лет, лишь изредка выезжая в Англию, Данию, Норвегию. Декарт целиком посвящает себя научным исследованиям, ведет крайне уединенный образ жизни, избегая встреч и знакомств. В Голландии Декарт написал почти все свои произведения, среди которых важнейшими являются «Рассуждение о методе» (1637), «Размышления о первой философии» (1641), «Начала философии» (1644). Одна из главных работ Декарта, трактат «О мире», не была опубликована при его жизни. Расправа инквизиции над Галилеем удержала Декарта от обнародования своей книги. Несмотря на скромную и уединенную жизнь, известность Декарта росла год от года. Его философские воззрения стали причиной политических и религиозных волнений в голландских университетах. Во избежание преследований Декарт уезжает в Швецию, воспользовавшись приглашением королевы Христины. Но, переехав в Стокгольм, он вскоре заболевает воспалением легких и умирает.

Основная черта философского мировоззрения Декарта – дуализм души и тела, «мыслящей» и «протяжённой» субстанции. Отождествляя материю с протяжением, Декарт понимает её не столько как вещество физики, сколько как пространство стереометрии. В противоположность средневековым представлениям о конечности мира и качественном разнообразии природных явлений Декарт утверждает, что мировая материя (пространство) беспредельна и однородна, она не имеет пустот и делима до беспредельности (это противоречило идеям возрождённой во времена Декарта античной атомистики, которая мыслила мир состоящим из неделимых ча-

стиц, разделённых пустотами). Каждую частицу материи Декарт рассматривал как инертную и пассивную массу. Движение, которое Декарт сводил к перемещению тел, возникает всегда только в результате толчка, сообщаемого данному телу другим телом. Общей же причиной движения в дуалистической концепции Декарта является бог, который сотворил материю вместе с движением и покоем и сохраняет их.

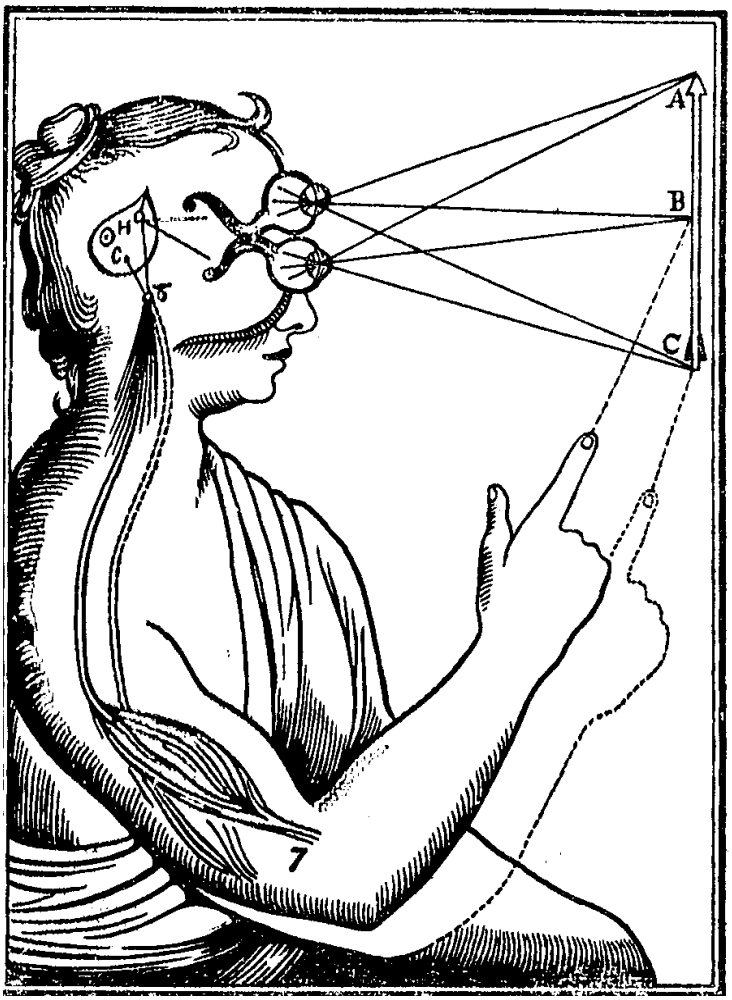


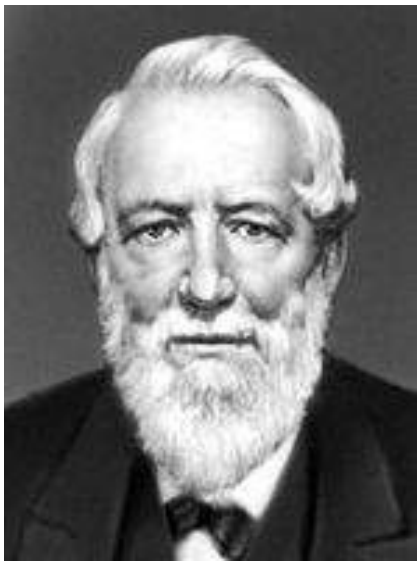
Рис.6. Схема механизма рефлекса по Декарту
из его книги «Трактат о человеке»

Учение Декарта о человеке также дуалистично. Человек есть реальная связь бездушного и безжизненного телесного механизма с душой, обладающей мышлением и волей. Взаимодействие между телом и душой совершается, по предположению Декарта, посредством особого органа – так называемой шишковидной железы. Из всех способностей человеческой души Декарт на первое место выдвигал волю. Главное действие аффектов, или страстей, состоит, по Декарту, в том, что они располагают душу к желанию тех вещей, к каким подготовлено тело. Сам бог соединил душу с телом, отличив тем самым человека от животных. Наличие сознания у животных Декарт отрицал. Будучи автоматами, лишёнными души, животные

не могут думать. Тело человека (как и тело животных) представляет собой, согласно Декарту, всего лишь сложный механизм, созданный из материальных элементов и способный, в силу механического воздействия на него окружающих предметов, совершать сложные движения.

Декарт исследовал строение различных органов животных, а также строение их зародышей на различных стадиях развития. Физиологические работы Декарта основаны на учении У.Гарвея о кровообращении. Он впервые попытался выяснить сущность «непроизвольных» и «произвольных» движений и описал схему рефлекторных реакций, в которой представлены центростремительная и центробежная части рефлекторной дуги. Декарт считал рефлекторными не только сокращения скелетной мускулатуры, но и многие вегетативные акты.

ЭМИЛЬ ДЮБУА-РЕЙМОН



Эмиль Дюбуа-Реймон (1818-1896) родился 7 ноября 1818 г. в Берлине. Его отец был выходцем из Швейцарии и приехал в Берлин в поисках работы. Счастье благоприятствовало ему и, добившись назначения на высокую должность, он получил возможность дать хорошее образование детям, предоставив им полную свободу выбирать себе профессию по желанию. У Эмиля был старший друг, врач, работавший в институте анатомии и физиологии. По настоянию друга Эмиль поступил на медицинский факультет и еще во время обучения решил заняться научной деятельностью. Вскоре Эмиль получил должность ассистента в институте, в котором работал его друг. Руководителем института был тогда профессор И.Мюллер – гордость Берлинского университета. Мюллер занимался многими вопросами физиологии, и все явления, происходящие в животном организме, пытался научно обосновать. Мюллер поручил своему ассистенту разработку темы, которая интересовала физиологов с тех пор, как Гальвани в 1786 г. проделал свои опыты с сокращающимися мышцами лягушки. Дюбуа-Реймону было поручено исследовать влияние электрического тока на нервы. Он посвятил этим исследованиям несколько лет и вскоре после получения докторской степени опубликовал в 1843 г. труд под названием «Очерки по исследованию так называемого лягушечьего тока и электродвигательных рыб», посвященный известным тогда электрическим явлениям в живых организмах. Труд этот положил начало

современной электрофизиологии. С этого времени Дюбуа-Реймон посвятил вопросам электрофизиологии всю остальную жизнь.

Широко известен двухтомный труд Дюбуа-Реймона «Исследования по животному электричеству» (1848-1849). Это была первая попытка оценки работоспособности тканей на основе происходящих в них электрических явлений. Дюбуа-Реймон разработал и описал метод, позволяющий определять состояние мышц и нервов на основании их реакции при возбуждении электрическим током. Он открыл физический электротон. Показал, что поперечное сечение нерва электроотрицательно по отношению к его длиннику (ток покоя). Установил, что отрицательное колебание «тока покоя» является выражением деятельного состояния ткани. В физиологических и медицинских лабораториях используется предложенная и носящая его имя аппаратура (индукционные аппараты для раздражения нервов и мышц, неполяризующиеся электроды и другие).

С 1855 г. Э.Дюбуа-Реймон профессор Берлинского университета, после смерти И.Мюллера он занял возглавляемую им кафедру физиологии. Э.Дюбуа-Реймон умер 25 декабря 1896 г.

НИКОЛАЙ ОСИПОВИЧ КОВАЛЕВСКИЙ



Н.О.Ковалевский (1840-1891) родился и вырос в Казани, в семье видного ученого-монголоведа, ректора Казанского университета. Окончил медицинский факультет Казанского университета. Еще на студенческой скамье выдвинулся самостоятельной работой «Анатомо-физиологические исследования селезенки» (1860).

Для подготовки к профессорскому званию Н.О.Ковалевский был направлен за границу, он работал в лаборатории К.Людвига в Лейпциге, за время пребывания за границей выполнил две работы: по гистологии лимфатических желез и по химии дыхания. Последняя работа явилась докторской диссертацией. В этом же году Н.О.Ковалевский стал заведовать кафедрой физиологии Казанского университета (1865).

Н.О.Ковалевский продолжил заложенные Ф.В.Овсянниковым традиции, объединяющие исследования по физиологии и гистологии. В течение четверти века (1865-1891) в Казанском университете Н.О.Ковалевский развивал научно-исследовательскую деятельность, посвященную разработке фундаментальных проблем физиологии кровообращения и дыхания, фи-

зиологии и морфологии нервной системы, психофизиологии.

Для проведения исследований функций коры больших полушарий головного мозг Н.О.Ковалевский приглашает молодых талантливых ученых. Так, в 1844 г. он приглашает из Санкт-Петербургской Военно-медицинской академии В.М.Бехтерева, который совместно с Н.А.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.

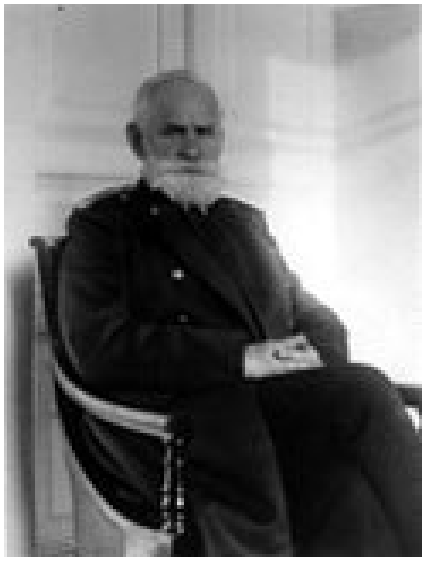
В 1863 г. Ф.В.Овсянников был избран экстраординарным академиком по физиологии Академии наук в Санкт-Петербурге.

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.

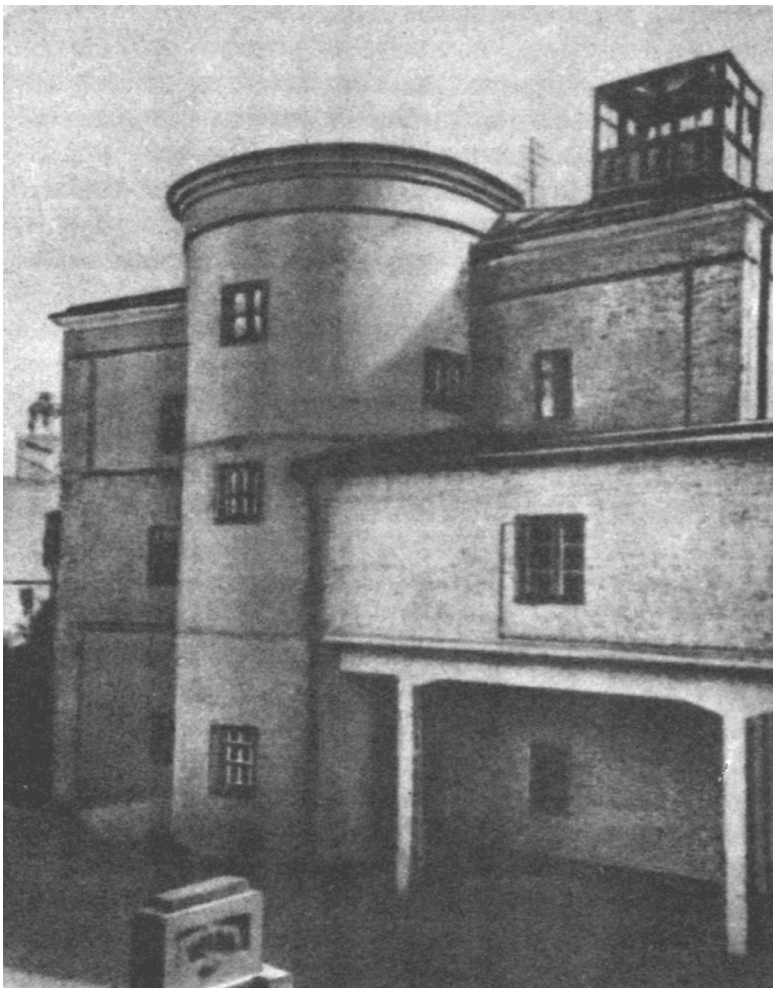


Рис.8. «Башня молчания»

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.Мислявского А.Ф.Самойлов был приглашен на кафедру физиологии медицинского факультета Казанского университета.

В научном творчестве А.Ф.Самойлова сосчитались перспективные направления школ И.П.Павлова и И.М.Сеченова, союз физиологии с медициной, физики с физиологией. В своих исследованиях ученый развивал идею воспитания врача с новым клинико-физиологическим мышлением.

Неизменно подчеркивал А.Ф.Самойлов мысль о создании клинической физиологии, по существу он стал одним из её основоположников. Задачам и перспективам клинической физиологии он посвятил статью программного характера «Организм человека как объект физиологического исследования» (1925г).

А.Ф.Самойлов очень высоко ценил значение теоретических наук, всегда выступал в их защиту, он утверждал, что без развития теоретического знания невозможно развитие практических наук.

За выдающиеся заслуги в развитии электрофизиологии и электрокардиографии в 1930 г. А.Ф.Самойлову присуждена Ленинская премия и присвоено почетное звание заслуженного деятеля науки.

22 июля 1930 г. перед переездом в Москву А.Ф.Самойлов скоропостижно скончался от приступа стенокардии. Похоронен А.Ф.Самойлов в Москве.

ГАНС СЕЛЬЕ



Ганс Гуго Бруно Селье (1907-1986) – канадский биолог, физиолог. Родился 26 января 1907 г. в Вене в семье военного врача. Получил образование на медицинском факультете Немецкого университета в Праге, после чего продолжил обучение в Римском и Парижском университетах.

После окончания учебы в течение двух лет Селье был ассистентом кафедры экспериментальной патологии Немецкого университета. С 1931 г. работал в университете Джонса Хопкинса (США), с 1932 г. в университете Мак-Гилла (Канада). С 1945 г. по 1976 г. он – профессор и директор института эксперимен-

тальной медицины и хирургии Монреальского университета (ныне Международный институт стресса).

Работая с различными недостаточно очищенными или токсическими гормональными препаратами, Селье обнаружил (1936), что они, как и другие сильные раздражители (переохлаждение, инфекция, травма, кровотечение и т. п.), вызывают у крыс однотипные изменения надпочечников, тимиколимфатической системы и желудочно-кишечного тракта. На основе этих наблюдений выдвинул теорию неспецифического реагирования, сформулированную в виде концепции стресса (состояние, возникающее под влиянием любых сильных воздействий и сопровождающееся «всеобщей мобилизацией» защитных систем организма). Развивая эту концепцию, ввёл понятия об общем адаптационном синдроме; об адаптативных гормонах (гормоны передней доли гипофиза и коры надпочечников); о болезнях адаптации (количественные или качественные отклонения в течение адаптационного синдрома); об адаптационной энергии (как мере выносливости организмов).

В нашей стране он известен по изданным книгам «Очерки об адаптационном синдроме» (1960), «Стресс без дистресса» (1979).

ИВАН МИХАЙЛОВИЧ СЕЧЕНОВ



И.М.Сеченов (1829-1905) – великий русский физиолог, основоположник отечественной физиологии. Родился 1 августа 1829 г. в селе Теплый Стан в дворянской семье. После смерти отца по желанию матери и братьев И.М.Сеченов поступил в Главное инженерное училище в Петербурге, которое окончил в 1848 г. Прослужив недолго инженером-сапером, он уходит в отставку и в 1850 г. поступает на медицинский факультет Московского университета.

По окончании университета как выдающий студент И.М.Сеченов был направлен на работу в физиологические лаборатории Берлина. Здесь он работал в химической лаборатории, где исследовал химический

состав жидкостей, входящих в тело животных. Работал в лаборатории Э.Г.Вебера, крупного немецкого анатома и физиолога, который одним из первых подробно описал строение симпатической нервной системы, а также вместе со своим братом Эдуардом открывший тормозящее действие блуждающего нерва на деятельность сердца. За год пребывания в Берлине И.М.Сеченов прослушал лекции Т.Магнуса по физике, И.Мюллера по сравнительной анатомии, Э.Дюбуа-Реймона по электрофизиологии.

В 1858 г. И.М.Сеченов работал в лаборатории К.Людвига в Вене, здесь он продолжил свои исследования, начатые в Берлине по выявлению действия алкоголя на организм.

В Берлине, Вене, Лейпциге и Гейдельберге И.М.Сеченов выполнял большую программу, которую он составил себе для глубокого и всестороннего овладения современной экспериментальной физиологией, а также закончил работу над докторской диссертацией.

В марте 1860 г. в Медико-хирургической академии И.М.Сеченов защищает диссертацию «Материалы для будущей физиологии алкогольного отравления» и получает предложение читать лекции по физиологии.

В 1862 г. И.М.Сеченов выезжает в годичный отпуск за границу, в лабораторию К.Бернара. Здесь он открывает нервные механизмы «центрального торможения».

Многие открытия, обогатившие физиологию, сделаны И.М.Сеченовым на лягушках. В частности, он изучал на них действие алкоголя и яда кураре на нервы и мышцы. В опытах на лягушках И.М.Сеченов открыл явление торможения в центральной нервной системе. Это явление получило название «сеченовское торможение». Открытие явления центрального торможения имело огромное значение. Оно позволило установить, что нервная деятельность складывается из взаимодействия двух процессов – возбуждения и торможения.

Изучая нервную деятельность лягушки и проведя множество других наблюдений, И.М.Сеченов накопил обширный материал. Результаты наблюдений он обобщил в книге «Рефлексы головного мозга». Он старался показать, что вся сложная психическая жизнь человека не есть проявление какой-то загадочной «души». Поведение человека зависит от внешних раздражений. «Все акты сознательной и бессознательной жизни по способу происхождения суть рефлексы» – утверждал И.М.Сеченов. «Рефлексы головного мозга» указывали новые пути для изучения высшей нервной деятельности.

В 1864 г. И.М.Сеченова утверждают в звании ординарного профессора Медико-хирургической академии, где он работает до 1869 г. до выхода в отставку.

В 1870-1876гг. И.М.Сеченов являлся профессором в Одесском университете, в 1876-1888гг. – в Петербургском университете, затем в Московском (1889-1901). В Петербурге и в Москве, кроме преподавательской

деятельности в университете, он читал лекции на Высших женских курсах, боролся за право женщин на высшее образование.

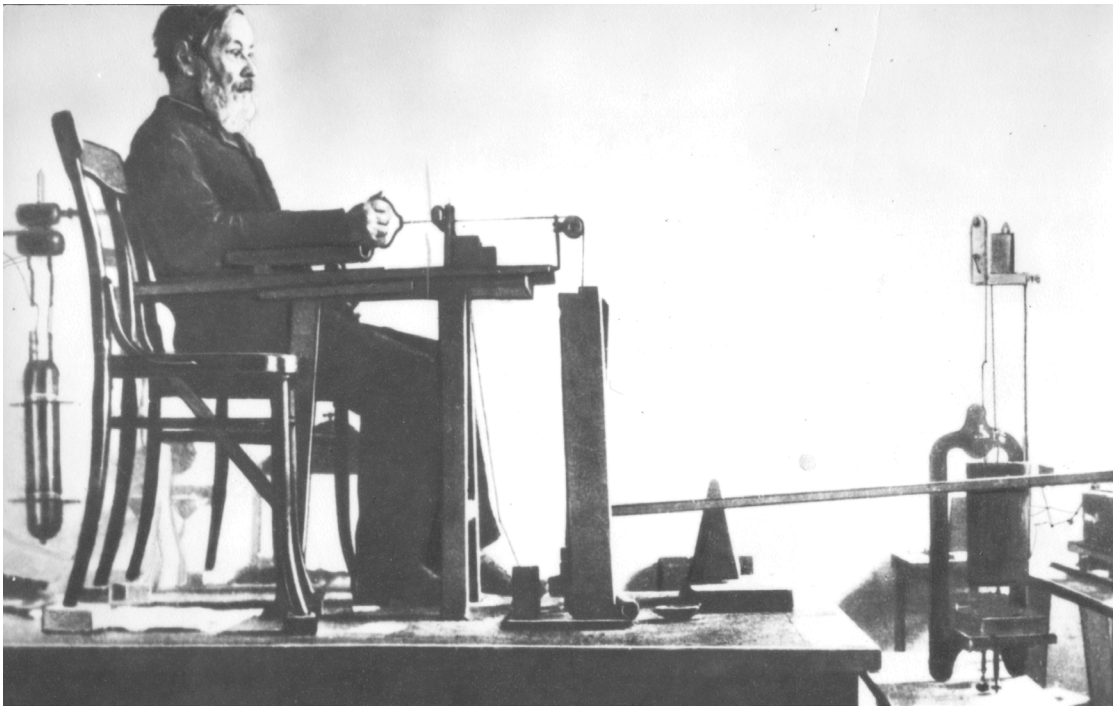


Рис. 9. И.М.Сеченов проводит опыт по изучению ритма работы мышц рук

Последние годы жизни И.М.Сеченов отдал изучению физиологических основ режима труда и отдыха человека. Ему было уже 73 года, но он на самом себе изучал движение и утомляемость руки, поднимающей груз. Часами ученый сидел за простым сооружением: двигал и двигал рукой, поднимая груз.

АЛЕКСЕЙ АЛЕКСЕЕВИЧ УХТОМСКИЙ



А.А.Ухтомский (1875-1942) – русский физиолог. Родился в с.Вослома Ярославской губернии. Окончил кадетский корпус в Нижнем Новгороде (1894), философское и историческое отделение духовной Академии в Москве (1898), физико-математический факультет Петербургского университета (1906). Окончив университет, работал на кафедре физиологии человека и животных, которой руководил с 1922 г. до конца жизни. С 1937 г. директор электрофизиологической лаборатории АН СССР.

Основываясь на трудах И.М.Сеченова, Н.Е.Введенского и Ч.Шеррингтона, А.А.Ухтомский ввел термин и разработал учение о доминанте, которая

признана одним из основных механизмов деятельности нервной системы. Выявил основные черты доминанты: повышение возбудимости в доминантном центре, стойкость этого возбуждения во времени, возможность его суммации, инертность возбуждения и торможения других рефлекторных механизмов, не участвующих в доминантной реакции.

Механизмом доминанты А.А.Ухтомский объяснял широкий спектр психофизиологических явлений и их характеристик, например внимание (его направленность на определенные объекты, сосредоточенность на них и избирательность) и предметный характер мышления (вычленение из множества раздражителей среды отдельных комплексов, каждый из которых воспринимается организмом как определенный реальный объект, отличный от других). Это «разделение среды на предметы» А.А.Ухтомский трактовал как процесс, состоящий из трех стадий: укрепление наличной доминанты; выделение только тех раздражителей, которые являются для организма биологически значимыми; установление адекватной связи между доминантой (как внутренним состоянием) и комплексом внешних раздражителей. Учение А.А.Ухтомского о доминанте («Доминанта как рабочий принцип нервных центров», 1923) широко используется в медицине, психологии и педагогике. Понятие о доминанте, а также учение А.А.Ухтомского об усвоении ритма, согласно которому режим работы органа соответствует ритму внешних раздражений, позволили ему по-новому осветить природу утомления.

Работы А.А.Ухтомского послужили основой создания многих современных физиологических и психофизиологических теорий.

ЧАРЛЗ СКОТТ ШЕРРИНГТОН



Ч.С.Шеррингтон (1857-1952) – английский физиолог, удостоенный в 1932 г. Нобелевской премии по физиологии и медицине (совместно с Э.Эдрианом) за исследование функций нейронов. Родился 27 ноября 1857 г. в Лондоне. В 1885 г. окончил Кембриджский университет. Работал в лабораториях Р.Коха и Р.Вирхова в Берлине. Вернувшись в Лондон, в 1887 г. он начал читать лекции по системной физиологии в госпитале св. Томаса.

Ч.Шеррингтон начал изучать рефлексы и физиологию спинного мозга. В то время считалось, что рефлексы можно объяснить чисто механически, не вникая в процессы сознания. Исследования, проводившиеся Гольцем на животных с

полностью удаленным головным мозгом, убедительно доказали, что многие рефлексы замыкаются исключительно в спинном мозге. Ч.Шеррингтон прекратил врачебную деятельность и перешел в Браунский институт патологии в Лондоне, где изучались заболевания животных.

Ч.Шеррингтон потратил много лет, чтобы составить карту иннервации различных участков тела для каждого корешка спинного мозга. Он установил, что лишь треть всех нервных волокон, идущих к мышцам, являются двигательными, т.е. несущими команды от центральной нервной системы. Остальные – чувствительные волокна, по которым информация от мышц поступает в центральную нервную систему. Благодаря этому мышцы работают как единое целое под контролем нервной системы. Ч.Шеррингтон создал учение о рецептивных полях, разделив все рецепторы на проприо-, экстеро- и интерорецепторы. Показал важность проприорецепторов (специализированных нервных окончаний, расположенных в тканях мышечно-суставного аппарата) в координации движений. Ему принадлежит описание децеребрационной ригидности и объяснение развития спинального шока.

В 1895 г. Ч.Шеррингтон становится профессором физиологии Ливерпульского университета. Полученные им анатомические данные легли в основу работ по рефлексам спинного мозга. Ч.Шеррингтон открыл явление торможения мышц-антагонистов. Сформулировал представление о синапсе – области контакта нейронов друг с другом, определил его значение в механизмах возбуждения и торможения нервных клеток, участвующих в формировании рефлексов. Установил однонаправленность проведения возбуждения в рефлекторной дуге и наличие синаптической задержки.

Важнейшие исследования Ч.Шеррингтона посвящены физиологии центральной нервной системы. Он сформулировал общие принципы деятельности ЦНС – реципроктности и общего конечного пути. Показал, что координация деятельности нервной системы является неизбежным следствием морфологической конструкции самой нервной системы. Открыл феномен облегчения рефлексов. Исследовал торможение в спинном мозге и проанализировал явление суммации возбуждений.

Результаты своих исследований Ч.Шеррингтон опубликовал в книге «Интегративная деятельность нервной системы».

В 1913 г. ученый переехал в Оксфорд и стал профессором физиологии Оксфордского университета. Там он проработал в течение 23 лет, вплоть до выхода на пенсию, произошло это незадолго до его восьмидесятилетнего юбилея. Несмотря на отставку, он продолжал читать лекции, писать труды и работал консультантом в ряде музеев. Умер Ч.Шеррингтон в Истборне (графство Восточный Суссекс) 4 марта 1952 г.

НОБЕЛЕВСКИЕ ЛАУРЕАТЫ
В ОБЛАСТИ МЕДИЦИНЫ И ФИЗИОЛОГИИ

В истории нередки случаи, когда имя человека увековечивается в названии географических объектов, единиц измерения, растений. Благодарные современники обычно не остаются равнодушными к великим открытиям, находят средства и способы вознаграждения их авторов.

Число различных наград и медалей, присуждаемых за научные открытия и достижения, огромно. Среди большого числа существующих отличий выделяется премия, ставшая символом высшего достижения в области науки – премия, учрежденная в конце XIXв. шведским инженером и промышленником, Альфредом Нобелем.



Альфред Бернхард Нобель родился 21 октября 1833 г. в Стокгольме в семье известного шведского промышленника Эммануэла Нобеля, выходца из крестьян южного шведского округа Нобелефо, с чем и связано происхождение фамилии.

В 1842 г., когда Альфреду исполнилось девять лет, семья Нобелей переехала в Россию, где у его отца была компания по производству паровых машин. В 1849 г. отец отправляет юного А.Нобеля в двухлетнее путешествие по Европе и Америке. Большую часть этого путешествия Альфред Нобель проводит в Париже, где проходит практический курс химии и физики в лаборатории знаменитого химика Жэюля Пелуза, занимавшегося исследованиями нефти. В Америке А.Нобель работает на заводе известного изобретателя Джона Эриксона, который был ведущим специалистом того времени по пароходным двигателям.

Вернувшись в Санкт-Петербург, А.Нобель работает в компании отца, которая в то время специализировалась на производстве мин, поскольку в это время Россия участвовала в Крымской войне (1853-1856). После окончания войны компания Э.Нобеля вновь вернулась к производству паровых машин и деталей для них.

Интерес к химии заставил А.Нобеля вернуться в Стокгольм, где он занимается научными исследованиями в собственной лаборатории, которая находилась в его имении неподалеку от города. Целью исследований А.Нобеля было усовершенствование мощного и опасного в обращении взрывчатого вещества – нитроглицерина. Результатом работы А.Нобеля было изобретение детонатора – приспособления, позволяющего безопасно взрывать нитроглицерин. В ходе исследований он также получил новое взрывчатое вещество – динамит. А.Нобель убедил правление шведских железных дорог испытать динамит для прокладки туннелей. Опыт закончился успехом, и динамит распространился по всему миру. Динамит стали использовать везде, где строили дороги и крупные подземные сооружения.

В семидесятых-восьмидесятых годах XIXв. А.Нобель создал сеть промышленных предприятий в различных странах мира, в том числе и в России, по производству динамита. Нобели освоили производство динамита в промышленных масштабах. В год смерти А.Нобеля (1896) его 93 завода в 20 странах мира изготовили 66,5тыс. тонн взрывчатки. Это было первая транснациональная корпорация военно-промышленного бизнеса.

В 1873 г. А.Нобель переезжает в Париж, откуда ему было удобнее руководить работой своей компании. В 1891 г. он оставил Париж и решил поселиться в небольшом городке Сан-Ремо, расположенном на Итальян-

ской Ривьере.

А.Нобель увлекался также медициной и физиологией. В своих домах в Стокгольме и Париже, а также в итальянском Сан-Ремо он устроил лаборатории, в которых кроме чисто химических опытов анализировал кровь и другие биологические жидкости. В Париже А.Нобель нанимает молодого шведского физиолога, чтобы проверить на животных свои теории, касающиеся переливания крови. Опыты оказались неудачными, так как тогда еще не знали о группах крови. Он также следил за исследованиями И.П.Павлова. Нобель выделил Павлову на его лаборатории 10тыс. рублей.

А.Нобель – «динамитный король» Европы – владел основными европейскими языками, будучи шведом по рождению, он владел русским языком в качестве второго родного, а также немецким, французским и английским.

Незадолго до смерти, 27 ноября 1895 г., А.Нобель огласил в Париже свое знаменитое завещание, согласно которому весь его огромный капитал обращался в специальный фонд, проценты с которого должны были ежегодно выплачиваться в виде премий за открытия, сделанные в различных отраслях науки, на благо человечества. Нобелевской премии удостаивались также политические деятели, которые много сделали для укрепления мира. А.Нобелем было учреждено пять премий: в области физики, химии, медицины и физиологии, литературы и премия мира.

10 декабря 1896 г. А.Нобель скончался от кровоизлияния в мозг на своей вилле в Сан-Ремо.

Во исполнение его завещания в 1900 г. был создан Нобелевский фонд, который ежегодно присуждает премии его имени. Для присвоения награды по каждому направлению существует специальный Нобелевский комитет. Окончательное утверждение лауреатов и объявление на весь мир проходит на пресс-конференции в Стокгольме, на которой присутствуют представители всех важнейших информационных агентств. Нобелевская премия не может быть присуждена совместно более чем трем лицам, и тем кого уже нет в живых.

Премии вручают 10 декабря в день смерти А.Нобеля. Премия мира вручается в Норвегии (Осло) председателем Нобелевского комитета. Остальные премии вручают в Швеции (Стокгольм), награду получают от рук короля.

Первые премии были вручены на церемонии в Стокгольме в 1901 г. Премию в области химии получил голландец Я.Вант-Гофф, физики и медицины – немцы В.Рентген и Э.Беринг (первый за открытие лучей, получивших его имя, а второй – за создание противодифтерийной сыворотки, спасший жизни многих людей). Литературной награды удостоился французский поэт Р.Сюлли-Прюдом.

В Осло премию мира получили швейцарец Анри Дюнан, основавший Международный Красный Крест, и француз Ф.Пасси – борец за мир, орга-

низатор мирных конгрессов.

Ежегодно утром 10 декабря перед торжественной церемонией лауреатов везут на северное кладбище Стокгольма поклониться праху основателя премий. Церемония вручения премий проходит в Стокгольмском Концертом зале. Почетный диплом и медаль лауреатам вручает шведский король. На лицевой стороне медали выбит профиль А.Нобеля с датами его жизни, а на оборотной стороне – аллегорические фигуры, символизирующие ту или иную науку. На медали лауреатов премии в области медицины и физиологии изображена фигура Медицины, помогающей страждущему больному.

После торжественной церемонии лауреатов приглашают на торжественный банкет, который проходит в большом зале Стокгольмской Ратуши. На следующий день в их честь устраивается прием в Королевском дворце, где им вручают чеки Нобелевского фонда.

В Осло церемония вручения Нобелевской премии мира проводится в университете, в зале ассамблей, в присутствии короля Норвегии и членов королевской семьи. Лауреат получает награду из рук председателя Норвежского нобелевского комитета. В соответствии с правилами церемонии награждения в Стокгольме и Осло лауреаты представляют собравшимся свои Нобелевские лекции, которые затем публикуются в специальном издании.

В 1968 г. число премий было увеличено: была установлена особая премия за достижения в области экономики, официально именуемая как Премия по экономике памяти Альфреда Нобеля, впервые она была присуждена в 1969 г.

Ученые из России становились лауреатами Нобелевской премии в области физиологии и медицины дважды. В 1904 г. победителем в этой номинации стал академик И.П.Павлов, получивший награду за вклад в изучение физиологии пищеварения, а спустя четыре года премии был удостоен И.И.Мечников, заслуги которого в изучении иммунитета и иммунной системы были отмечены наравне с достижениями немецкого ученого П.Эрлиха.

Нобелевские лауреаты в области медицины и физиологии за 1901-2008 гг.

Год	Имя ученого	Страна	За что присуждена премия
1901	Беринг Э.	Германия	Создание антидифтерийной сыворотки
1902	Росс Р.	Англия	Открытие роли комара в распространении малярии
1903	Финсен Н.	Дания	Разработка методов фототерапии – лечение светом, в частности, кожного туберкулеза ультрафиолетом
1904	Павлов И.П.	Россия	За работы в области физиологии пище-

			варения
1905	Кох Р.	Германия	Открытие туберкулезной бациллы
1906	Гольджи К. Рамон-и-Кахаль С.	Испания	Основополагающие работы по изучению клеточной структуры нервной системы и головного мозга
1907	Лаверан Ш.	Франция	Открытие плазмодия – возбудителя малярии
1908	Мечников И.И. Эрлих П.	Россия Германия	Создание теории иммунитета Создание метода количественного определения антител
1909	Кохер Т.	Швейцария	Исследования по физиологии, патологии и хирургии щитовидной железы
1910	Коссель А.	Германия	Раскрытие механизма возникновения подагры
1911	Гульстранд А.	Швеция	Раскрытия механизма аккомодации
1912	Каррель А.	Франция	Создание метода культур тканей
1913	Рише Ш.	Франция	Открытие анафилаксии и механизмы её возникновения
1914	Барани Р.	Австрия	Работы по физиологии и патологии вестибулярного аппарата, ответственного за равновесие и его поддержание
1915-1918 Премия не присуждалась			
1919	Бордэ Ж.	Бельгия	Открытие иммунного белка комплемента (открытие антигенной специфичности)
1920	Крог А.	Дания	За открытие механизма капиллярного кровообращения
1921 Премия не присуждалась			
1922	Хилл А. Мейергоф О.	Англия Германия	Исследования биоэнергетики мышцы Определение роли молочной кислоты в биоэнергетике мышцы
1923	Бантинг Ф. Маклеод Дж.	Канада	Открытие инсулина
1924	Эйнтховен В.	Голландия	Создание струнного гальванометра
1926	Фибигер Й.	Дания	Открытие паразита, вызывающего рак
1927	Вагнер-Яурег Ю.	Австрия	Лечение сифилиса
1928	Николь Ш.	Франция	За установление передатчика сыпного тифа – платяной вши
1929	Эйкман Х. Хопкинс Ф.	Голландия Англия	Открытие роли витаминов для предупреждения заболеваний бери-бери. Открытие незаменимых аминокислот
1930	Ландштейнер К.	США	Открытие групп крови
1931	Варбург О.	Германия	Открытие рибофлавина (витамина B_2)
1932	Шеррингтон Ч. Эдриан Э.	Англия Англия	Исследование рефлексов и нервных импульсов
1933	Морган Т.	США	Создание хромосомной теории наследственности
1934	Уипл Дж. Майнот Дж.	США	Раскрытие роли железа в возникновении и лечении знаменитой перниционз-

	Мерфи У.		ной анемии, а также исследования в области кроветворения
1935	Шлеман Х.	Германия	Открытие в области эмбриологии
1936	Дейл Г. Леви О.	Англия Германия	Открытие роли химических медиаторов в передаче нервных импульсов через синапс
1937	Сент-Дьердьи А.	Венгрия	Открытие аскорбиновой кислоты – витамина С
1938	Хейманс К.	Бельгия	Открытие роли хеморецепторов в регуляции кровообращения
1939	Домагк Г.	Германия	Синтез пронтозила – первого сульфаниламидного препарата
1940-1942 Премия не присуждалась			
1943	Дам Х. Дойзи Э.	Дания Англия	Открытие и изучение структуры витамина К
1944	Эрлангер Дж. Гассер Г.С.	США	За открытие функциональных различий между нервными волокнами различных типов
1945	Флеминг А. Чейн З. Флори Х.	Англия	Открытие и налаживание промышленного производства пенициллина – первого антибиотика
1946	Меллер Г.	США	Разработка метода получения мутаций с помощью рентгена
1947	Кори К. Кори Г. Усай Б.	США Аргентина	За описание обмена гликогена Исследование гормонов передней доли гипофиза
1948	Мюллер П.	Швейцария	Создание ДДТ – мощного инсектицида
1949	Хесс В.	Швейцария	Открытие гипоталамических центров регуляции вегетативных функций
1950	Кендалл Э. Рейхштейн Т. Хенч Ф.	США Швейцария США	За изучение и применение гормонов надпочечников и АКТГ (кортизон)
1951	Тейлер М.	США	Разработка вакцины против желтой лихорадки
1952	Ваксман З.	США	За открытие стрептомицина, первого антибиотика, эффективного при лечении туберкулеза
1953	Кребс Х. Липман Ф.	Англия США	Открытие цикла Кребса в биоэнергетике клетки Открытие роли коэнзима А в биоэнергетике клетки
1954	Эндерс Дж. Уэллер Т. Роббинс Ф.	США	Разработка методов культивирования вируса полиомиелита
1955	Теорелль А.	Швеция	Изучение окислительных процессов
1956	Курнан А. Ричардс Д. Форсман В.	США Германия	Разработка метода катетеризации сердца

1957	Бове Д.	Италия	Разработка антигистаминных средств и создание аналогов кураре (нарушающих проведение возбуждения от нерва к мышце)
1958	Бидл Дж. Тейтем Э. Ледербрег Дж.	США	Разработка теории «один ген – один фермент» Работы по генетике бактерий
1959	Очоа С. Корнберг А.	США	Открытие ферментов необходимых для биосинтеза нуклеиновых кислот. Синтез ДНК – вещества генов в пробирке
1960	Бернет М. Медавар П.	Австралия Англия	За открытие приобретенной иммунологической толерантности
1961	Бекеши Д.	США	За открытие механизма возбуждения в улитке внутреннего уха
1962	Крик Ф. Уилкинс М. Уотсон Дж.	Англия США	За открытие структуры нуклеиновых кислот и их роли в механизмах наследственности
1963	Эклс Дж. Ходжкин А. Хаксли А.	Австралия Англия	Раскрытие механизмов проведения нервных импульсов (генерация и распространение по мембране клетки)
1964	Блох К. Линен Ф.	США Германия	Раскрытие синтеза холестерина. Раскрытие механизма синтеза жиров
1965	Жакоб Ф. Львов А. Моно Ж.	Франция	За открытие генетической регуляции синтеза фермента
1966	Роус Ф. Хаггинс Ч.	США	За открытие онкогенных вирусов. За открытия, касающиеся гормонального лечения рака предстательной железы
1967	Гранит Р. Хартлайн Г. Уолд Дж.	Швеция США	За раскрытие роли палочек и колбочек, превращения зрительных пигментов, процессов кодирования зрительной информации
1968	Холи Р. Корана Х. Ниренберг М.	США	Расшифровка структуры одной из тРНК Искусственный синтез одного из генов кишечной палочки. Расшифровка генетического кода
1969	Дельбрюк М. Лурия С. Херши А.	США	Работы по генетике микробных вирусов бактериофагов. Исследование бактериофагов
1970	Кац Б. Эйлер У. Аксельрод Дж.	Англия Швеция США	За открытие роли норадреналина в синаптической передаче
1971	Сазерленд Э.	США	За открытие мессенджеров (посредников), в частности, циклического АМФ
1972	Эдельман Д. Портер Р.	США Англия	Расшифровка молекулярной структуры белковых антител
1973	Фриш К. Лоренц К. Тинберген Н.	Австрия Англия Голландия	Основополагающие работы в области этологи (науки о поведении животных)

1974	Клод А. Де Дюв К. Дж. Паладе	Бельгия США	За открытие роли митохондрий, лизосом и рибосом
1975	Балтимор Д. Темин Х. Дульбекко Р.	США	За открытия, касающиеся взаимодействия между онкогенными вирусами и генетическим материалом клетки
1976	Бламберг Б. Гайдузек Д.	США	За открытия новых механизмов происхождения и распространения инфекционных заболеваний
1977	Гиймен Р. Шали Э. Ялоу Р.	США	За открытие рилизинг-гормонов гипоталамуса. За усовершенствование радиоиммунологического метода исследования пептидных гормонов
1978	Арбер В. Натанс Д. Смит Х.	Швейцария США	Открытие рестриктаз – ферментов, «стригущих» молекулы нуклеиновых кислот (ферментов, с помощью которых можно разрезать или стричь молекулы нуклеиновых кислот в любом заранее выбранном месте)
1979	Кормак А. Хаунсфилд Г.	США Англия	За разработку метода компьютерной томографии
1980	Бенасерраф Б. Снелг Дж. Доссе Ж.	США Франция	Открытие комплекса гистосовместимости, играющего большую роль в отторжении пересаженных органов и тканей
1981	Сперри Р. Хьюбел Д. Визел Т.	США США	За открытие функциональной специализации полушарий мозга. За открытие закономерностей переработки информации в зрительной системе
1982	Бергстрем С. Самуэльсон Б. Вейн Дж.	Швеция Англия	Исследование простангландинов – мощных стимуляторов и регуляторов внутриклеточных обменных процессов.
1983	Мак-Клинток Б.	США	Открытие транспозонов «прыгающих» генов у кукурузы
1984	Келер Г. Мильштейн С. Ерне Н.	Германия Англия Дания	Разработка метода получения моноклонных антител, т.е. молекул одного клона. Развитие клональной теории. За создание теории «сетей» в иммунологии
1985	Браун М. Голдстайн Дж.	США	За выдающиеся открытия, касающиеся обмена холестерина и лечения нарушений уровня холестерина в крови
1986	Коэн С. Леви-Монтальчини Р.	США Голландия	Открытие и выделение «нервного ростового фактора» (НРФ) – пептидных факторов роста
1987	Тонегава С.	США	Открытие генов рецепторов Т-лимфоцитов
1988	Хитчингс Дж. Элайон Г.	США США	Создание азидотимидина (АЗТ) – лекарственного средства сдерживающего

	Блек Дж.	Англия	развитие СПИДа. Создание антигистаминовых блокаторов
1989	Бишоп Дж. Вармус Х.	США	Открытие первого онкогена вируса саркомы Рауса
1990	Муррей Дж. Томас Д.	США	Открытие в области трансплантации органов и клеток при лечении заболеваний. Пересадка первой почки человеку. Первая пересадка костного мозга
1991	Нейер Э Сакман Б.	Германия	За открытие функции отдельных ионных каналов в клетке
1992	Фишер Э. Кребс Э.	США	За открытие обратимого фосфорилирования белков как регуляторного механизма
1993	Робертс Р. Шарп Ф.	США	За открытие, не зависимо друг от друга, прерывистой структуры гена
1994	Гилмэн А. Родбелл М.	США Германия	За открытие G-белков и их роли в передаче сигналов к клетке
1995	Льюис Э. Нюслейн-Фольгард К. Вейсхаус Э.	США Германия США	За открытия, касающиеся генетического контроля раннего эмбрионального развития
1996	Доэрти П. Цинкернагель Р.	США Швейцария	Открытие специфичности клеточно-опосредованной иммунной защиты
1997	Прузинер С.	США	Открытие прионов, нового биологического принципа инфекции
1998	Фурхотт Р. Игнарро Л. Мюрад Ф.	США	Открытие роли оксида азота как сигнальной молекулы в регуляции сердечно-сосудистой системы
1999	Блобел П.	Англия	За открытие механизма доставки и размещения в живой клетке необходимых ей белков
2000	Карлссон А. Грингард Г. Кэндел Э.	Швеция США	Открытия в области передачи сигналов в нервной системе
2001	Хартвелл Л. Хант Т. Нёрс П.	США	За открытие и изучение ключевых регуляторов клеточного цикла
2002	Бреннер С. Хорвиц Р. Салстон Д.	Англия США Англия	За открытия в области генетической регуляции развития органов и программируемой смерти клеток
2003	Лакербург П. Мэнсфилд П.	США Англия	За достижения, связанные с получением изображения с помощью магнетического резонанса.
2004	Экслер Р. Бак Л.	США	За исследования в области физиологии обоняния
2005	Уоррен Р. Маршал Б.	Австралия	Доказали, что причиной развития гастрита и язвы желудка является не только стресс и плохое питание, но и бактерия Helicobacter Pilori
2006	Мело К. Файер Э.	США	Открытие фундаментального механизма лежащего в основе контроля потоков в

			генетической информации
2007	Капекки М. Смитис О. Эванс М.	США Англия	Открытия в области исследования эмбриональных столовых клеток и ДНК-рекомбинации у млекопитающих
2008	Цурхаузен Х. Барре-Синусси Ф. Монтанье Л.	Германия Франция	За открытие вируса, который вызывает рак шейки матки. За открытие вируса иммунодефицита человека, вызывающего СПИД
2009	Джек Шостак, Элизабет Блэкберн, Кэрол Грейдер	США	За открытие фермента теломеразы, защищающую молекулы ДНК от потери своих фрагментов.
2010	Роберт Эдвардс	Великобритания	За разработку методов экстракорпорального оплодотворения
2011	Брюс Бойтлер Жюль Хоффманн Ральф Штайнман	США Люксембург Канада	За открытие в области врожденного иммунитета За открытие роли дендритных клеток в приобретенном иммунитете
2012	Джон Гардон Синье Яманаке	Великобритания Япония	За открытие перепрограммирования стволовых клеток в плюрипотентные» (плюрипотентные клетки могут дифференцироваться во все типы клеток, кроме внешних эмбриональных тканей.
2013	Джеймсу Ротману Ренди Шекману Томасу Зюдофу	США	За открытия, касающиеся механизмов везикулярного транспорта внутри клеток и между ними
2014	Джон О'Киф Супруги Май-Бритт и Эдвард Мозер	США Норвегия	за открытие системы клеток в мозге, которая определяет положение в пространстве
2015	Уильям Кэмпбелл Сатоси Омура Ту Юю	США Япония Китай	за их исследования в области лечения заболеваний, вызванных паразитическими червями. за открытие новых методов лечения малярии
2016	Ёсинори Осуми	Япония	за открытие механизма аутофагии (процесс переработки клеткой ненужного содержимого в ней)
2017	Джеффри Холл, Майкл Росбаш, Майкл Янг	США	за открытие молекулярных механизмов, контролирующих циркадный ритм
2018	Джеймс Аллисон Тасуко Хондзё	США Японии	за исследования в области терапии рака путём активации иммунного ответа

АВТОРСКИЕ ОПЫТЫ, ЗАКОНЫ, РЕФЛЕКСЫ

Опыт Аристотеля. (Опыт лучше производить с закрытыми глазами). Предложите испытуемому скрестить средний и указательный пальцы и между ними положить маленький шарик, ластик или карандаш. Испытуемому будет казаться, что к нему прикасаются двумя разными предметами, а не одним. Иллюзия возникает потому, что раздражаются две точки, которые на практике не работают вместе при ощущении предметов.

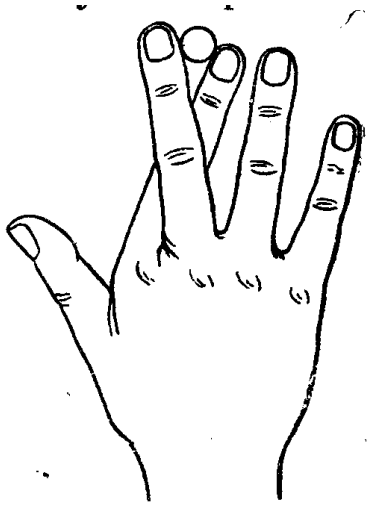


Рис. 10. Опыт Аристотеля

Опыт Клода Бернара (1851). После перерезки симпатического нерва на шее кролика через 1-2мин. наблюдалось значительное расширение сосудов ушной раковины, что проявлялось в покраснении кожи уха и повышении её температуры. При раздражении периферического конца этого перерезанного нерва кожа, покрасневшая после перерезки симпатических волокон, становилась бледной и холодной. Это происходит в результате сужения просвета сосудов уха.



Рис. 11. Сосуды уха кролика; на правой стороне, где сосуды резко расширены, перерезан симпатический ствол на шее

Опыт Бронджеста. Опыт помогает понять механизм возникновения мышечного тонуса. На спинальной лягушке находят поясничное сплетение, сделав разрез около 1см сбоку от таза, подводят под сплетение лигатуру. Закрепив лягушку за нижнюю челюсть на штативе, отмечают симметричное полусогнутое положение нижних конечностей: равенство углов, образуемых бедром и голенью, голенью и стопой на обеих конечностях и одинаковый уровень расположения пальцев по горизонтали.

Затем туго перевязывают поясничное сплетение и через несколько минут сравнивают угол и длину обеих лапок. Отмечают, что оперированная лапка слегка вытянута в результате устранения мышечного тонуса.

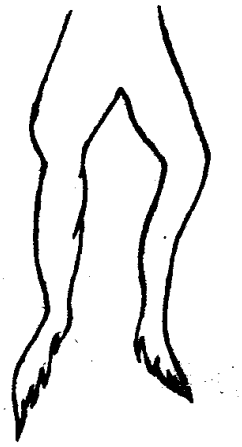


Рис.12. Опыт Бронджеста

Опыт Гальвани (первый опыт Гальвани, балконный опыт). Л.Гальвани в 1786 г. при изучении влияния атмосферного электричества на живой организм размещал на железной решетке балкона задние лапки лягушки, закрепленные на медных крючках. При соприкосновении лапок с железной решеткой балкона наблюдалось сокращение мышц. На основании этих наблюдений Гальвани высказал мысль о существовании животного электричества.

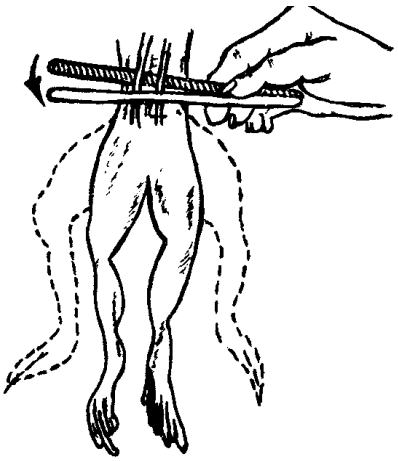


Рис.13. Первый опыт Гальвани

Опыт Гальвани (второй опыт Гальвани). Второй опыт Гальвани проделал в 1794 г. без металла. Приподнимая нерв нервно-мышечного препарата стеклянным крючком, он набрасывал его на поврежденный участок мышцы и наблюдал ее сокращение. Так было доказано наличие животного электричества.

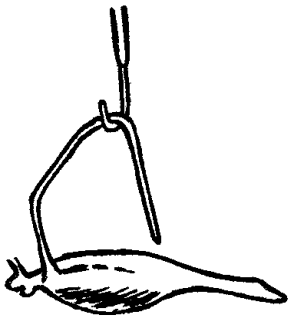


Рис.14. Второй опыт Гальвани

Опыт Гаскелла. Гаскелл использовал факт влияния температуры на скорость течения физиологических процессов для экспериментального доказательства ведущей роли синусного узла в автоматии сердца. Если нагревать или охлаждать различные отделы сердца лягушки, то выявляется, что частота его сокращения изменяется только при нагревании или охлаждении синуса, тогда как изменение температуры других частей сердца (предсердий, желудочка) сказывается лишь на силе мышечных сокращений. Опыт доказывает, что импульсы к сокращению сердца возникают в синусном узле.

Опыт Леви. Есть немало примеров того, что созидательная работа мозга человека происходит и во время сна. Так, известно, что именно во сне Д.И.Менделееву «явилась» Периодическая система химических элементов. Решающий опыт, с помощью которого удалось доказать химический механизм передачи нервных сигналов, приснился австрийскому ученому Отто Леви. Позже он вспомнил: «В ночь накануне пасхального воскресенья я проснулся, включил свет и бегло набросал несколько слов на крошечном листке бумаги. Затем снова заснул. В шесть часов утра я вспомнил, что записал нечто очень важное, но не смог разобрать свой небрежный почерк. На следующую ночь, в три часа, сон посетил меня снова. Это была идея эксперимента, который позволил бы проверить, верна ли гипотеза химической передачи, которая не давала мне покоя в течение семнадцати лет. Я немедленно встал, помчался в лабораторию и провел простой эксперимент на сердце лягушки, согласно своему ночному сновидению».

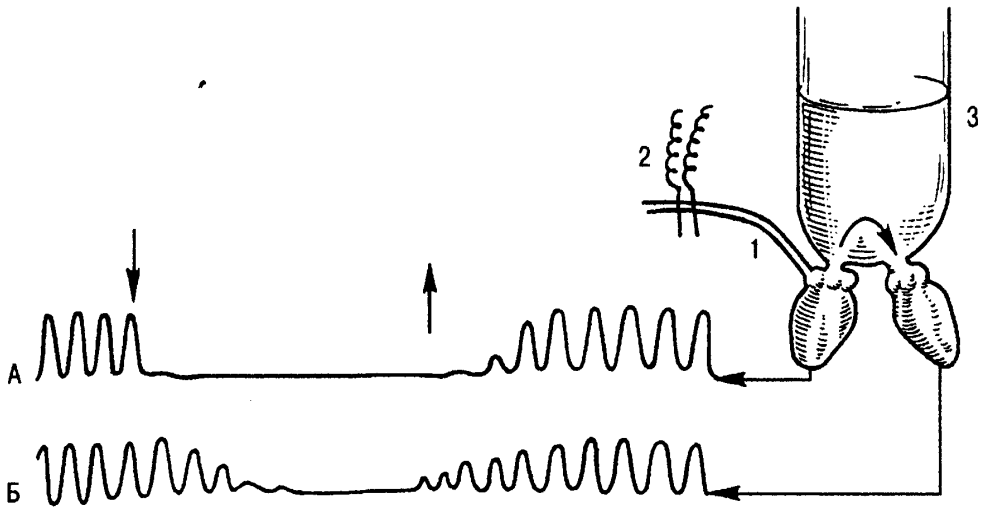


Рис.15. Опыт О.Леви. А – остановка сердца при раздражении блуждающего нерва; Б – остановка другого сердца без раздражения блуждающего нерва; 1 – блуждающий нерв, 2 – раздражающие электроды, 3 – канюля

Влияния на миокард нервных импульсов, приходящих по вегетативным нервам, определяются характером медиатора. Медиатором парасимпатических нервов является – ацетилхолин, а симпатических – норадреналин. Впервые это было установлено австрийским фармакологом О.Леви (1921). Он соединил два изолированных сердца лягушки с двумя концами одной и той же канюли. Сильное раздражение блуждающего нерва одного из сердец вызывало остановку не только иннервируемого этим нервом сердца, но и другого, интактного, связанного с первым только общим раствором канюли. Следовательно, при раздражении первого сердца в раствор выделялось вещество, влияющее на второе сердце. Это вещество было названо «вагусштофф» и оказалось впоследствии *ацетилхолином.* При аналогичном раздражении симпатического нерва сердца было получено другое вещество – «симпатикусштофф», представляющее собой *адреналин* или *но-радреналин,* сходные по своему химическому строению.

В 1936 г. О.Леви и Г.Дейл получили Нобелевскую премию за открытие химической природы передачи нервной реакции.

Опыт Мариотта (обнаружение слепого пятна). Испытуемый на вытянутых руках держит рисунок Мариотта. Закрыв левый глаз, смотрит правым глазом на крестик, и медленно приближает рисунок к глазу. На расстоянии приблизительно 15-25см изображение белого кружка исчезает. Происходит это потому, что при фиксации глазом крестика лучи от него падают на желтое пятно. Лучи от кружка при определенном расстоянии рисунка от глаза упадут на слепое пятно, и белый кружок перестает быть видимым.



Рис.16. Рисунок Мариотта

Опыт Маттеуччи (опыт вторичного сокращения). Готовят два нервно-мышечных препарата. Нерв одного препарата оставляют с кусочком позвоночника, а у другого кусочек позвоночника удаляют. Нерв одного нервно-мышечного препарата (с кусочком позвоночника) с помощью стеклянного крючка помещают на электроды, которые соединены со сти-

мулятором. На мышцы этого препарата в продольном направлении набрасывают нерв второго нервно-мышечного препарата. Нерв первого нервно-мышечного препарата подвергают ритмичному раздражению, потенциалы действия, возникающие в мышце при ее сокращении, вызывают возбуждение наложенного на неё нерва другого нервно-мышечного препарата и сокращение его мышцы.

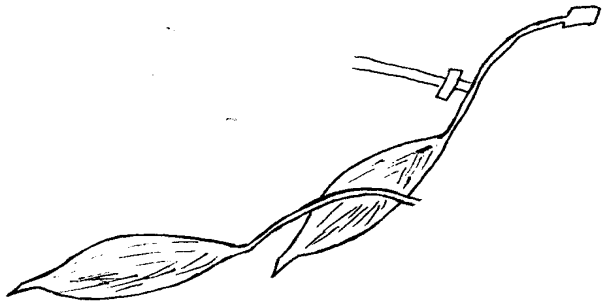


Рис. 17. Опыт Маттеуччи

Опыт Станниуса заключается в последовательном наложении трех лигатур (перевязок), разобщающих между собой отделы сердца лягушки. Опыт проводят для изучения способности к автоматии различных участков проводящей системы сердца.

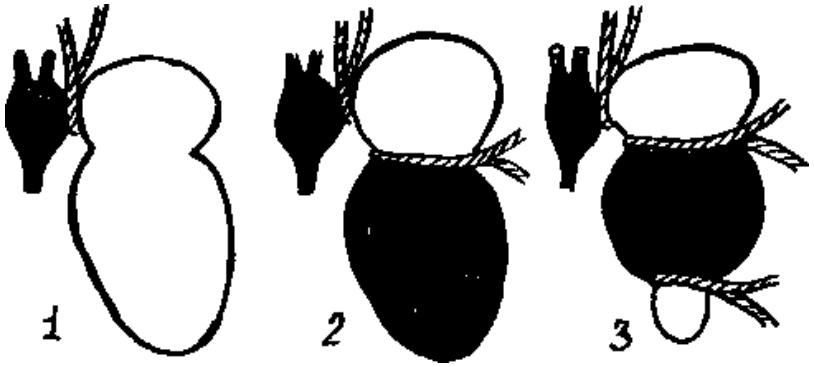


Рис.18. Схема опыта Станниуса: 1 – первая лигатура; 2 – первая и вторая лигатуры; 3 – первая, вторая и третья лигатуры. Темным цветом обозначены отделы сердца, сокращающиеся после наложения лигатур

Опыт Сеченова (сеченовское торможение). Торможение в центральной нервной системе было открыто И.М.Сеченовым в 1862 г. Он наблюдал возникновение торможения спинномозговых рефлексов при раздражении промежуточного мозга (зрительных бугров) лягушки кристалликом поваренной соли. Внешне это выражалось в значительном уменьшении рефлекторной реакции (увеличении времени рефлекса) или ее прекращении. Снятие кристаллика поваренной соли приводило к восстановлению исходного времени рефлекса.

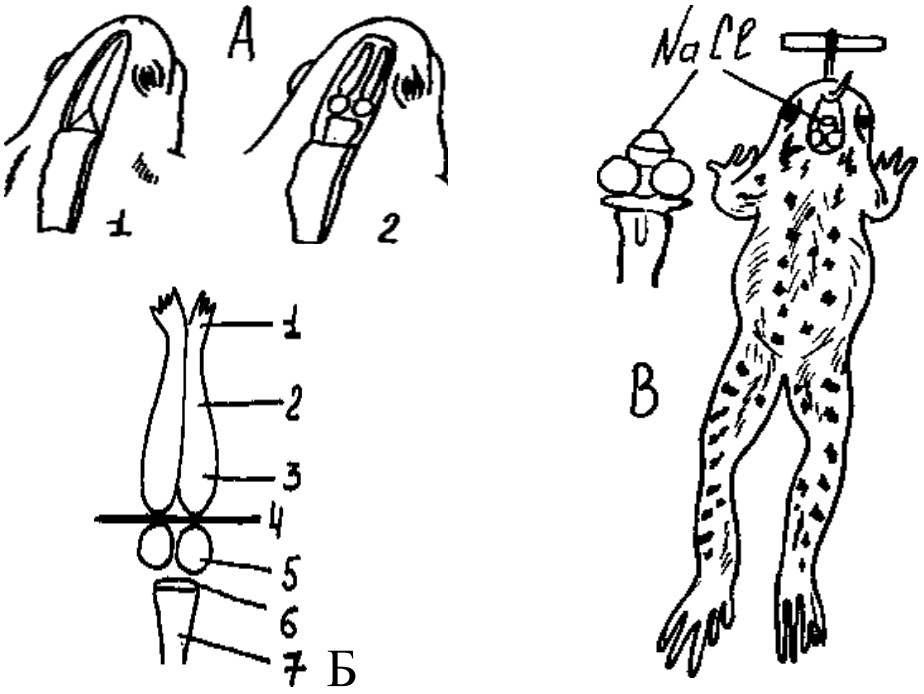


Рис.19. Схема опыта И.М.Сеченова с раздражением зрительных бугров лягушки. А – последовательные этапы обнажения головного мозга лягушки (1 – отогнут срезанный над черепной коробкой лоскут кожи; 2 – удалены крыша черепа и обнажен мозг). Б – головной мозг лягушки с линией разреза для опыта Сеченова (1 – обонятельные нервы; 2 – обонятельные доли; 3 – большие полушария; 4 – линия разреза, проходящая через промежуточный мозг; 5 – средний мозг; 6 – мозжечок; 7 – продолговатый мозг). В – место наложения кристаллов поваренной соли

Опыт Фредерика-Гейманса (опыт с перекрестным кровообращением). В опыте одни сонные артерии собак (I и II) перевязывают, а другие при помощи резиновых трубок соединяют крест-накрест друг с другом. В результате голова собаки I снабжается кровью, притекающей от собаки II, а голова собаки II снабжается кровью собаки I. Если зажать трахею собаки I, то в крови, протекающей через сосуды ее тела, постепенно будет уменьшаться количество кислорода и увеличиваться количество углекислоты. Однако прекращение доступа кислорода в легкие собаки I не сопровождается усилением ее дыхательных движений, напротив, они вскоре ослабляются, зато у собаки II начинается очень сильная одышка.

Поскольку нервная связь между обеими собаками отсутствует, ясно, что раздражающее действие недостатка кислорода и избытка углекислоты передается от тела собаки I к голове собаки II посредством тока крови, т. е. *гуморальным путем*. Кровь собаки I, перегруженная углекислотой и бедная кислородом, поступая в голову собаки II, вызывает возбуждение ее дыхательного центра. Вследствие этого у собаки II и возникает одышка, т.е. усиление вентиляции легких. Вместе с тем гипервентиляция приводит

к уменьшению (ниже нормы) содержания углекислого газа в крови собаки II. Эта обедненная углекислотой кровь поступает в голову собаки I и вызывает ослабление работы ее дыхательного центра, несмотря на то, что все ткани этой собаки, за исключением тканей головы, страдают от тяжелой гиперкапнии (избытка CO_2) и гипоксии (недостаток O_2), обусловленных прекращением доступа воздуха в ее легкие.

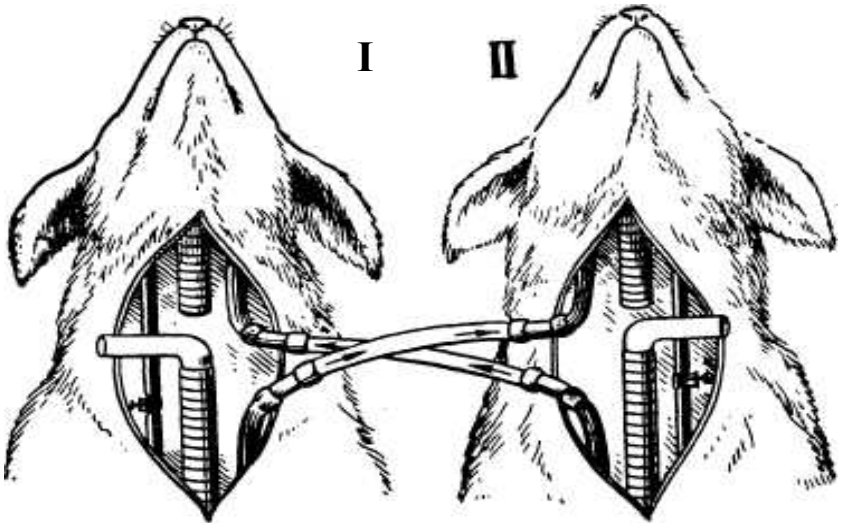


Рис.20. Опыт с перекрестным кровообращением

Закон Белла-Мажанди – в спинной мозг афферентные нервные волокна вступают в составе задних (дорсальных) корешков, а эфферентные выходят из спинного мозга в составе передних (вентральных) корешков.

Закон градиента автоматии Гаскелла – степень автоматии тем выше, чем ближе расположен участок проводящей системы к синоатриальному узлу (синоатриальный узел 60-80имп/мин., атриовентрикулярный – 40-50имп/мин., пучок Гиса – 30-40имп/мин., волокна Пуркинье – 20имп/мин.).

Закон поверхности тела Рубнера – энергетические затраты теплокровного организма пропорциональны площади поверхности тела.

Закон сердца Франка-Старлинга (закон зависимости энергии сокращения миокарда от степени растяжения составляющих его мышечных волокон) – чем сильнее растянута мышца сердца во время диастолы, тем она сильнее сокращается во время систолы. Следовательно, сила сердечных сокращений зависит от исходной длины мышечных волокон перед началом их сокращения.

Теория трехкомпонентного цветного зрения Ломоносова-Юнга-Гельмгольца – в сетчатке позвоночных находятся три типа колбочек,

каждый из которых содержит особое цветореактивное вещество. Благодаря содержанию различных цветореактивных веществ одни колбочки обладают повышенной возбудимостью к красному, другие – к зеленому, третьи – к сине-фиолетовому цвету.

Теория круговых активационных токов Гейманса (теория распространения возбуждения по нервам) – при проведении нервного импульса каждая точка мембраны генерирует потенциал действия заново, и таким образом волна возбуждения «пробегает» по всему нервному волокну.

Рефлекс Бейнбриджа – при увеличении давления в устьях полых вен увеличивается частота и сила сердечных сокращений.

Рефлекс Геринга – рефлекторное снижение ЧСС при задержке дыхания на высоте глубокого вдоха.

Рефлекс Гольца – уменьшение частоты сердечных сокращений или даже полная остановка сердца при раздражении механорецепторов органов брюшной полости или брюшины.

Рефлекс Данини-Ашнера (глазосердечный рефлекс) – уменьшение частоты сердечных сокращений при надавливании на глазные яблоки.

Рефлекс Парина – при повышении давления в сосудах малого круга кровообращения происходит торможение сердечной деятельности.

Принцип Дейла – один нейрон синтезирует и использует один и тот же медиатор или одни и те же медиаторы во всех разветвлениях своего аксона (кроме основного медиатора, как выяснилось позже, в окончаниях аксона могут выделяться и другие, сопутствующие медиаторы, играющие модулирующую роль – АТФ, пептиды и др.).

Принцип М.М.Завадского («плюс-минус» взаимодействия) – повышение содержания гормона в крови приводит к торможению ее секреции железой, а недостаток к стимуляции выделения гормона.

Лестница Боудича (1871) – если раздражать мышцу импульсами возрастающей частоты, не меняя их силы, величина сократительного ответа миокарда будет возрастать на каждый последующий стимул (но до определенного предела). Внешне это напоминает лестницу, поэтому явление получило название лестницы Боудича *(*при увеличении частоты раздражения сила сердечных сокращений увеличивается).

Феномен Орбели-Гинецинского. Если стимуляцией двигательного нерва довести мышцу лягушки до утомления, а затем одновременно раздражать симпатический ствол, то работоспособность утомленной мышцы повышается. Сама по себе стимуляция симпатических волокон не вызывает сокращения мышцы, но изменяет состояние мышечной ткани, повышает её восприимчивость к передаваемым по соматическим волокнам импульсам.

Эффект Анрепа (1972) заключается в том, что при повышении давления в аорте или легочном стволе сила сердечных сокращений автоматически возрастает, обеспечивая тем самым возможность выброса такого же объема крови, как и при исходной величине артериального давления в аорте или легочной артерии, т.е. чем больше противонагрузка, тем больше сила сокращения, а в итоге обеспечивается постоянство систолического объема.

ЛИТЕРАТУРА

1. Заянчковский И.Ф. Животные – помощники ученых. Научно-популярные очерки. –Уфа: Баш.кн.изд-во, 1985.
2. История биологии. С древнейших времен до начала XX века /под ред. С.Р.Микулинского. –М.: Наука, 1972.
3. Ковалевский К.Л. Лабораторные животные. –М.: Изд-во Академии Медицинских наук СССР, 1951.
4. Лалаянц И.Э., Милованова Л.С. Нобелевские премии по медицине и физиологии /Новые в жизни, науке, технике. Сер. «Биология», №4. – М.: Знание, 1991.
5. Леванов Ю.М. Грани гениальности //Биология в школе. 1995. №5. – С.16.
6. Леванов Ю.М., Андрей Везалий //Биология в школе. 1995. № 6. – С.18.
7. Мартьянова А.А., Тарасова О.А. Три эпизода из истории физиологии. //Биология для школьников. 2004. № 4. – С.17-23.
8. Самойлов А.Ф. Избранные труды. –М.: Наука, 1967.
9. Тимошенко А.П. О клятве Гиппократа, эмблеме медицины и о многом другом //Биология в школе. 1993. № 4. – С.68-70.
10. Уоллэйс Р. Мир Леонардо /пер. с англ. М.Карасевой. –М.: ТЕРРА, 1997.
11. Физиология человека и животных /под ред. А.Д.Ноздрачева. Кн.1. –М.: Высшая школа, 1991.
12. Физиология человека: в 2т. /под ред. Б.И.Ткаченко. Т.2. –СПб.: Изд-во Международный фонд развития науки, 1994.
13. Эккерт Р. Физиология животных. Механизмы и адаптация: в 2т. –М.: Мир, 1991.
14. Энциклопедия для детей. Т.2. –М.: Изд-во «Аванта +», 1994.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ ……... 3
КРАТКАЯ ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ФИЗИОЛОГИИ …… 4
ЗНАЧЕНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ В РАЗВИТИИ ФИЗИОЛОГИИ ……. 11
ПЕРСОНАЛИИ ……. 17
Авиценна ……. 25
Анохин П.К. …… 26
Бантинг Ф. ……... 27
Бернар К. ……. 29
Везалий А. ……... 30
Леонардо да Винчи ……. 32
Вольта А. ……. 34
Гален К. ……... 35
Гальвани Л. …….. 37
Гарвей У. ……. 39
Гельмгольц Г. ……. 41
Гиппократ …… 43
Декарт Р. ……. 45
Дюбуа-Реймон Э. …… 47
Ковалевский Н.О. ……... 48
Ломоносов М.В. ……. 49
Мислявский Н.А. …… 51
Овсянников Ф.В. ……. 52
Павлов И.П. ……. 53
Самойлов А.Ф. …… 57
Селье Г. …… 61
Сеченов И.М.…… 62
Ухтомский А.А. ……. 64
Шеррингтон Ч.С. …… 65
НОБЕЛЕВСКИЕ ЛАУРЕАТЫ В ОБЛАСТИ МЕДИЦИНЫ И ФИЗИОЛОГИИ ……. 67
АВТОРСКИЕ ОПЫТЫ, ЗАКОНЫ, РЕФЛЕКСЫ …….. 76
ЛИТЕРАТУРА ……... 85

Учебное издание

Физиология человека и животных
(страницы истории)

Составители:
Рида Сагитовна Мусалимова
Людмила Викторовна Лязина

Редактор Т.В.Подкопаева