

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»**

**ФАКУЛЬТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОТЕХНОЛОГИИ**

**КАФЕДРА ЗООТЕХНИИ И БИОЛОГИИ**

**А.И. Новак, О.А. Федосова**

**Учебное пособие  
для выполнения практических работ  
по дисциплине «Общая биология»  
для студентов 1 курса направления подготовки  
06.03.01 Биология**

**Рязань, 2019**

Учебное пособие разработано на основании требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология, утверждённого приказом № 944 Министерства образования и науки Российской Федерации 07 августа 2014 года.


Учебное пособие составлено преподавателями кафедры зоотехнии и биологии: доктором биологических наук, профессором А. И. Новак; кандидатом биологических наук, доцентом О. А. Федосовой.

В учебном пособии изложена информация по основным разделам биологии: биоразнообразие живых организмов, основы цитологии, гистологии, генетики, эволюции, экологии. Представлена методика выполнения практических работ по дисциплине «Общая биология»; составлены вопросы и задания для самоподготовки студентов.

Учебное пособие предназначено для обучения студентов по направлению подготовки 06.03.01 Биология.

Рецензенты: доктор биологических наук, профессор  
ФГБОУ ВО РГАТУ Л. Г. Каширина;  
кандидат биологических наук,  
доцент кафедры зоотехнии и биологии  
ФГБОУ ВО РГАТУ Г. В. Уливанова.

Учебное пособие рассмотрено на заседании кафедры зоотехнии и биологии, протокол № 1 от «30» августа 2019 г.



Заведующий кафедрой И. Ю. Быстрова

Учебное пособие одобрено учебно-методической комиссией по направлению подготовки 06.03.01 Биология, протокол № 1 от «30» августа 2019 г.



Председатель учебно-методической комиссии О. А. Федосова

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
ТЕМА 1. УСТРОЙСТВО И ПРАВИЛА РАБОТЫ С МИКРОСКОПОМ «БИОЛАМ». РАЗНООБРАЗИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ: ПРОКАРИОТЫ И ЭУКАРИОТЫ .....	5
ТЕМА 2. РАЗНООБРАЗИЕ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ: ГРИБЫ, РАСТЕНИЯ И ЖИВОТНЫЕ. СОСТАВЛЕНИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЗОРА. ....	14
ТЕМА 3. ПРИНЦИПЫ КЛЕТОЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ. ИЗУЧЕНИЕ СТРОЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ И ЖИВОТНОЙ КЛЕТОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕТОВОГО МИКРОСКОПА .....	45
ТЕМА 4. СОДЕРЖАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В КЛЕТКЕ. НЕОРГАНИЧЕСКИЕ И ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА, ИХ РОЛЬ В КЛЕТКЕ. ....	50
ТЕМА 5. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН И ПЛАСТИЧЕСКИЙ, ИХ СУЩНОСТЬ И ЗНАЧЕНИЕ .....	53
ТЕМА 6. ДЕЛЕНИЕ КЛЕТКИ (МИТОЗ). ФОРМЫ РАЗМНОЖЕНИЯ ОРГАНИЗМОВ И ИХ ЦИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ. МЕЙОЗ, МЕХАНИЗМЫ ЭТАПОВ И МОРФОЛОГИЯ. ....	67
ТЕМА 7. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ ОРГАНИЗМОВ И ИХ ЦИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ.....	74
ТЕМА 8. УЧЕНИЕ О МИКРО- И МАКРОЭВОЛЮЦИИ. АНТРОПОГЕНЕЗ. МЕСТО ЧЕЛОВЕКА В СИСТЕМЕ ЖИВОТНОГО МИРА. СОСТАВЛЕНИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЗОРА.....	78
ТЕМА 9. ОСНОВЫ ПОПУЛЯЦИОННОЙ ЭКОЛОГИИ. ПОТОКИ ВЕЩЕСТВА И ЭНЕРГИИ В ЭКОСИСТЕМЕ.....	84
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	90

## ВВЕДЕНИЕ

**Цель и задачи изучения дисциплины.** Сформировать у обучающихся целостное представление о свойствах живых систем, историческом развитии жизни, роли биоты в планетарных процессах, о современных направлениях, проблемах и перспективах биологических наук, дать основу для изучения профессиональных дисциплин путем решения следующих задач:

- дать общие представления о строении и принципах функционирования эукариотической клетки;
- дать знания о клеточном цикле, способах размножения и разнообразии циклов развития многоклеточных организмов;
- объяснить основные механизмы эволюционного процесса;
- раскрыть закономерности функционирования, устойчивости и динамики надорганизменных систем.

**Место учебной дисциплины в структуре ООП.** «Общая биология» относится к базовой части учебных дисциплин Блока Б1 «Дисциплины (модули)». Для изучения данной дисциплины обучающийся должен обладать полным комплексом знаний и умений по биологии, предъявляемых в рамках биологического курса общеобразовательной школы. Программа дисциплины «Общая биология» позволяет обучающемуся изучить сущность жизни; разнообразие и уровни организации биологических систем; клетки, их цикл, дифференциация; организмы, их основные системы, принципы классификации; наследственность и изменчивость, биологическую эволюцию, основные концепции и методы биологии; перспективы развития биологических наук и стратегию охраны природы, роль биологического знания в решении социальных проблем. Данная дисциплина предшествует изучению таких дисциплин как: «Цитология, гистология», «Физиология растений», «Генетика и эволюция», «Биология размножения и развития», «Общая экология», «Охрана природы» и т.д.

*Область профессиональной деятельности:*

исследование живой природы и ее закономерностей, использование биологических систем в хозяйственных и медицинских целях, охрана природы.

*Объекты профессиональной деятельности:*

биологические системы различных уровней организации; процессы их жизнедеятельности и эволюции; биологические, биоинженерные, биомедицинские, природоохранительные технологии, биологическая экспертиза и мониторинг, оценка и восстановление территориальных биоресурсов и природной среды.

*Виды профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники, освоившие программу бакалавриата:*

- научно-исследовательская;
- организационно-управленческая;
- информационно-биологическая.

# **ТЕМА 1. УСТРОЙСТВО И ПРАВИЛА РАБОТЫ С МИКРОСКОПОМ «БИОЛАМ». РАЗНООБРАЗИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ: ПРОКАРИОТЫ И ЭУКАРИОТЫ**

**Цель.** Освоить технику микроскопирования постоянных и временных микропрепаратов. Дать представление о двух уровнях клеточной организации: прокариотической и эукариотической.

**Оборудование и материалы.** Микроскопы МБР-1, МБИ-1, «Биолам»; чашки Петри, предметные и покровные стекла, пипетки, стаканчики с водой, волокна ваты, хлопчатобумажные салфетки, пинцеты глазные, ножницы, иммерсионное масло; иммерсионные объективы (x90); постоянные микропрепараты: поперечный срез листа, клетки пленки лука; таблицы: схемы устройства микроскопов и фокусировки лучей между конденсором и объективом;

**Порядок выполнения практической работы.** Изучить: 1) устройство микроскопов МБР-1, МБИ-1, «Биолам»; 2) правила микроскопирования; 3) технику приготовления временных препаратов; 4) структуру, химический состав и функции органоидов прокариотической клетки.

**Задание 1.Изучение устройства микроскопов МБР-1 (МБИ-1, «Биолам»).**

Рассмотрите основные части микроскопа МБР-1: механическую, оптическую и осветительную (рис. 1).

К механической части относятся: штатив, предметный столик, тубус, револьвер, макро- и микрометрические винты.

Штатив состоит из массивного подковообразного основания, придающего микроскопу необходимую устойчивость. От середины основания вверх отходит тубусодержатель, изогнутый почти под прямым углом, к нему прикреплен тубус, расположенный наклонно.

На штативе укреплен предметный столик с круглым отверстием в центре. На столик помещают рассматриваемый объект (отсюда название «предметный»).

Через отверстие в середине столика проходит пучок света, позволяющий рассматривать объект в проходящем свете.

На боковых сторонах штатива ниже предметного столика находятся два винта, служащие для передвижения тубуса. Макрометрический винт, или кремальера, имеет большой диск и при вращении поднимает или опускает тубус для ориентировочной настройки фокуса. Макрометрический винт применяют при малом (слабом) увеличении; при этом объект изучают в одной плоскости. Микрометрический винт, имеющий наружный диск меньшего диаметра, при вращении перемещает тубус незначительно и служит для точной фокусировки. Микрометрический винт используют при работе с большим (сильным) увеличением, что позволяет рассматривать детали и части объекта, лежащие на разной глубине. Микрометрическим винтом пользуются только тогда, когда с помощью макровинта объект поставлен точно в фокус. Вращать микрометрический винт можно только на пол-оборота в обе стороны. Благодаря разным размерам нужный винт

можно найти на ощупь. Микрометрический винт может иметь вид плоской пластинки, расположенной в основании микроскопа.

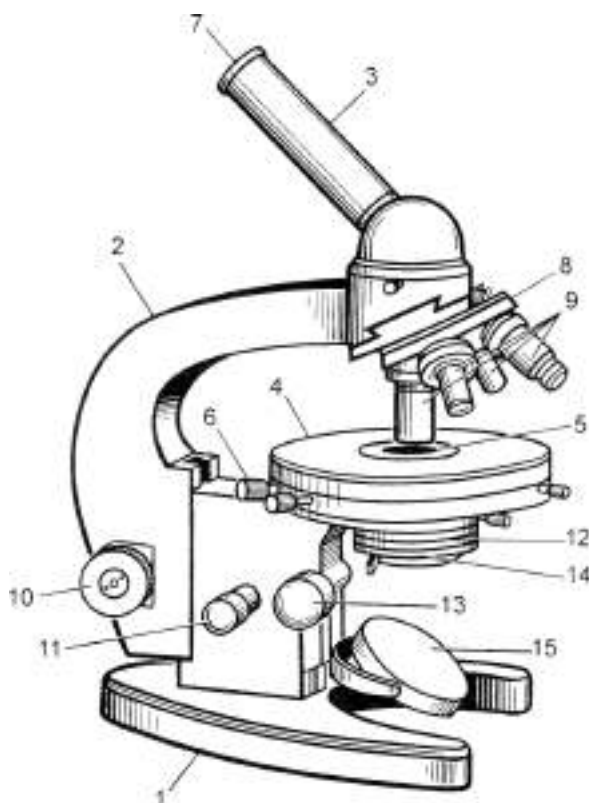


Рисунок 1 – Микроскоп МБР-1:

1 – основание (штатив); 2 – тубусодержатель;  
3 – тубус; 4 – предметный столик; 5 – отверстие  
предметного столика; 6 – винты, перемещающие сто-  
лик; 7 – окуляр; 8 – револьвер; 9 – объективы; 10 –  
макровинт; 11 – микровинт; 12 – конденсор; 13 – винт  
конденсора; 14 – диафрагма; 15 – зеркало  
(Ю. К. Богоявленский и др., 1988).

Оптическая часть микроскопа представлена окулярами и объективами.

Окуляр (лат. *oculus* – глаз) находится в верхней части тубуса и обращен к глазу. Окуляр представляет собой систему линз, заключенных в металлическую

гильзу цилиндрической формы. Число на верхней поверхности окуляра означает кратность его увеличения (x7, x10, x15). Окуляр можно вынимать из тубуса и заменять другим. На нижней части тубуса находится вращающаяся пластинка, или револьвер (лат. *revolvero* – вращаю), имеющий гнезда для объективов. Объектив представляет собой систему линз, заключенных в общую металлическую оправу. Объектив ввинчивается в гнездо револьвера. На боковой стороне объектива цифрами обозначена кратность увеличения. Объективы делят на сухие и иммерсионные. В сухих между объективом и предметным стеклом находится воздух, в иммерсионных – иммерсионное масло. Нижняя часть иммерсионного объектива имеет маркировочную линию. Различают объектив малого увеличения (x8), объектив большого увеличения (x40) и иммерсионный объектив, используемый для изучения наиболее мелких объектов (x90). Общее увеличение микроскопа равно увеличению окуляра, умноженному на увеличение объектива.

Изображение в микроскопе обратное.

Осветительная часть микроскопа состоит из зеркала, конденсора и диафрагмы. Зеркало укреплено подвижно на штативе ниже предметного столика, благодаря чему его можно вращать в любом направлении. Зеркало устанавливают по отношению к источнику света так, чтобы отраженные им лучи наилучшим образом осветили поле зрения микроскопа. Отбрасываемый зеркалом пучок света проходит через отверстие в центре предметного столика и освещает объект. Зеркало имеет две поверхности – вогнутую и плоскую. Вогнутая поверхность сильнее концентрирует световые лучи и поэтому используется при более слабом освещении (искусственный свет). Для искусственного освещения также используют настольную лампу, осветители ОИ-7, ОИ-19 и др. Интенсивность света регулируют с помощью реостата.

Конденсор находится между зеркалом и предметным столиком. Он состоит из двух-трех линз, заключенных в общую оправу. Пучок света, отбрасываемый зеркалом, проходит через систему линз конденсора. Меняя положение конденсора (выше, ниже), можно изменять интенсивность освещенности объекта. Для перемещения конденсора используют винт, находящийся перед микро- и макрометри-

ческими винтами. При опускании конденсора освещенность уменьшается, при подъёме (к предметному столику) – увеличивается.

Ирисовая диафрагма, вмонтированная в нижнюю часть конденсора, регулирует освещение. Диафрагма состоит из пластинок, расположенных по кругу и частично перекрывающих друг друга таким образом, что в центре остается отверстие для прохождения светового пучка. С помощью специальной ручки, расположенной на конденсоре с правой стороны, можно менять положение пластинок диафрагмы относительно друг друга, уменьшая или увеличивая отверстие. Максимально суженная диафрагма способствует наибольшей четкости изображения, что важно при рассмотрении прозрачных объектов.

### **Задание 2. Изучение правил работы с микроскопом МБР-1.**

При переносе микроскоп следует брать правой рукой за ручку штатива и поддерживать его снизу левой рукой.

1. Установите микроскоп так, чтобы его зеркало находилось против источника света.

2. Поставьте объектив малого увеличения в рабочее положение. Для этого поворачивайте револьвер до тех пор, пока нужный объектив не займет срединное положение по отношению к тубусу и предметному столику (встанет над отверстием столика). Когда объектив занимает срединное (центрированное) положение, в револьвере срабатывает устройство – защелка; при этом слышится легкий щелчок, и револьвер фиксируется.

*Запомните, что изучение любого объекта начинается с малого увеличения.*

3. С помощью макрометрического винта поднимите объектив над столиком на высоту примерно 0,5 см. Откройте диафрагму и немного приподнимите конденсор.

4. Глядя в окуляр (левым глазом!), вращайте зеркало в разных направлениях до тех пор, пока поле зрения не будет освещено ярко и равномерно.

5. Положите на предметный столик препарат покровным стеклом вверх, чтобы объект находился над центром отверстия столика.



6. Под визуальным контролем, глядя на микроскоп сбоку, медленно опустите тубус с помощью макрометрического винта, чтобы объектив находился на расстоянии около 5 мм от препарата.

7. Смотрите в окуляр и одновременно медленно поднимайте тубус с помощью макрометрического винта до тех пор, пока в поле зрения не появится изображение объекта (фокусное расстояние для малого увеличения равно приблизительно 1 см).

8. Чтобы перейти к рассмотрению объекта при большом увеличении микроскопа, необходимо центрировать препарат, т.е. поместить объект или часть, которую рассматриваете, в центр поля зрения, глядя в окуляр, пока объект не займет нужное положение. Если объект не будет центрирован, при большом увеличении он останется вне поля зрения.

9. Вращая револьвер, поставьте над препаратом объектив большого увеличения.

10. Для тонкой фокусировки используйте микрометрический винт.

11. При зарисовке препарата смотрите в окуляр левым глазом, а в альбом – правым.

При изучении в световом микроскопе мелких объектов используют иммерсионный (лат. *immersia* – погружать, окунать) объектив. При работе с этим объективом на покровное стекло необходимо поместить каплю иммерсионного масла, имеющего такой же показатель преломления, как у стекла. Обычно для этого используют кедровое масло. Между линзой и покровным стеклом не остается воздушной прослойки, и луч света проходит через однородную в отношении показателя преломления среду без отклонения. При работе с иммерсионным объективом используйте правила, изложенные в пп. 8 и 9.

12. Опустите тубус (глядя на него сбоку) так, чтобы нижняя линза объектива погрузилась в каплю иммерсионного масла.

13. Затем, глядя в окуляр, с помощью только микровинта следует осторожно (фокусное расстояние для объектива  $\times 90$  еще меньше, чем для объектива  $\times 40$ ) немного опустить, а затем поднять объектив, чтобы получить четкое изображение.

*Помните, что работа с иммерсионным объективом требует более интенсивного освещения поля зрения.*

14. После окончания работы объективы тщательно вытирают мягкой тканью от иммерсионного масла, и микроскоп оставляют в нейтральном положении. Для этого револьвер поворачивают так, чтобы объективы малого и большого увеличения были направлены вперед и не находились над отверстием предметного столика. Макровинтом максимально опускают штатив. Такое положение микроскопа наиболее устойчиво и безопасно для оптической части.

### **Задание 3. Методика приготовления временного микропрепарата.**

Возьмите предметное стекло из чашки Петри, держа его за боковые грани, чтобы не оставить на поверхности отпечатков пальцев, и положите на стол. Поместите в центр стекла объект, например, кусочки волос длиной 1,5 см. Затем глазной пипеткой нанесите на объект (волосы) одну каплю воды.

После этого возьмите покровное стекло за боковые грани и положите его сверху на предметное стекло. Рассмотрите готовый препарат под микроскопом.

### **Задание 4. Изучение волоса под микроскопом.**

Отрежьте ножницами часть волоса длиной примерно 3 см, разрежьте пополам и положите на предметное стекло, сделав перекрест; нанесите пипеткой одну каплю воды и накройте покровным стеклом. Рассмотрите временный препарат с помощью микроскопа МБР-1.

Поставьте в рабочее положение объектив малого увеличения. Найдите изображение и зарисуйте его в альбом, правильно отразив размеры наблюдаемых структур (толщина волос). Затем центрируйте препарат, переместите в рабочее положение объектив большого увеличения и сфокусируйте изображение. Сравните размеры объекта при разных увеличениях и зарисуйте изображение в альбом, отразив имеющиеся различия.

### **Задание 5. Изучение волокон ваты и пузырьков воздуха под микроскопом.**

Возьмите из чашки Петри пинцетом небольшой пучок волокон ваты. Положите его на предметное стекло, разрыхлите, добавьте одну каплю воды и накройте покровным стеклом.

Приготовив временный препарат, рассмотрите его сначала при малом, а затем при большом увеличении микроскопа МБР-1.

При малом увеличении рассмотрите перекрещивающиеся волокна ваты, а между ними образования округлой или неправильной формы, имеющие четкие темные контуры – пузырьки воздуха.

Передвигайте препарат с помощью винтов – препаратоводителей или руками, пока не найдете такой участок, где волокна лежат редко, и среди них пузырьки воздуха небольших размеров. Зарисуйте пузырек воздуха и окружающие его 2 – 3 волокна ваты, строго соблюдая соотношение размеров.

Затем рассмотрите и зарисуйте этот же участок при большом увеличении микроскопа МБР-1. Для этого надо тщательно центрировать препарат при малом увеличении.

После того, как препарат центрирован, переведите в рабочее положение объектив большого увеличения, найдите и зарисуйте изученный ранее участок, отразив разницу в размерах при малом и большом увеличениях. На рисунках обозначьте цифрами волокна ваты и пузырек воздуха, сделайте подписи под рисунком.

### **Правила оформления практической работы.**

Необходимым элементом микроскопического изучения объекта является его зарисовка в альбом. Это делают для того, чтобы лучше понять и закрепить в памяти строение объекта, форму отдельных структур, их взаимное расположение.

Для выполнения зарисовок необходимо иметь альбом (оптимальный формат 30x21 см) и карандаши (простой и цветные).

Поскольку рисование на занятиях по биологии не самоцель, а метод изучения объекта, при зарисовке следует придерживаться ряда правил.

1. Рисовать можно только на одной стороне листа, так как рисунки, сделанные на обеих сторонах, накладываются друг на друга и со временем портятся.

2. До начала зарисовки вверху страницы следует записать название темы и дату. Если изучается зоологический объект, надо указать название типа, подтипа и класса, к которому он относится в соответствии с Международной номенклату-

рой. Каждую таксономическую категорию (тип, подтип, класс) нужно писать на отдельной строке по-русски и по-латыни.

3. Рисунок должен быть крупным, детали – хорошо различимыми. На одной странице не должно быть более 3-4 рисунков, если объекты простые. Если объект сложный и крупный (вскрытая лягушка, птица, крыса и т.п.), на странице делают только один рисунок.

4. Главное требование к рисунку заключается в правильном отображении формы, соотношения объема и размеров (длина, ширина и др.) отдельных частей и целого объекта. Чтобы легче добиться этого, сначала нарисуйте общий контур объекта (крупно), затем внутри слегка наметьте контуры остальных деталей и лишь после этого вырисовывайте их четко.

5. Правильное отражение соотношения размеров изучаемого объекта позволит выполнить и второе требование – показать индивидуальные особенности объекта, т.е. зарисовать не абстрактную клетку, амэбу и т.д. Это очень важно, так как приучает к наблюдательности, учит видеть наряду с общим – индивидуальное.

6. Вокруг рисунка не нужно обозначать контуры поля зрения микроскопа.

7. К каждому рисунку обязательно должны быть сделаны обозначения его отдельных частей. Надписи к рисунку выполняют только ручкой. Обозначения делают следующим способом: к отдельным частям объекта ставят стрелочки и против каждой пишут определенную цифру, затем сбоку от рисунка или под ним столбиком по вертикали пишут цифры, а против цифр – название.

Если работа выполнена правильно, то в конце занятия ее подписывает преподаватель. Если работа не соответствует предъявляемым требованиям, ее необходимо переделать.

## Задание 6. Изучение структуры прокариотической клетки.

Изучите и зарисуйте обобщённую схему строения прокариотической клетки (рис. 2).

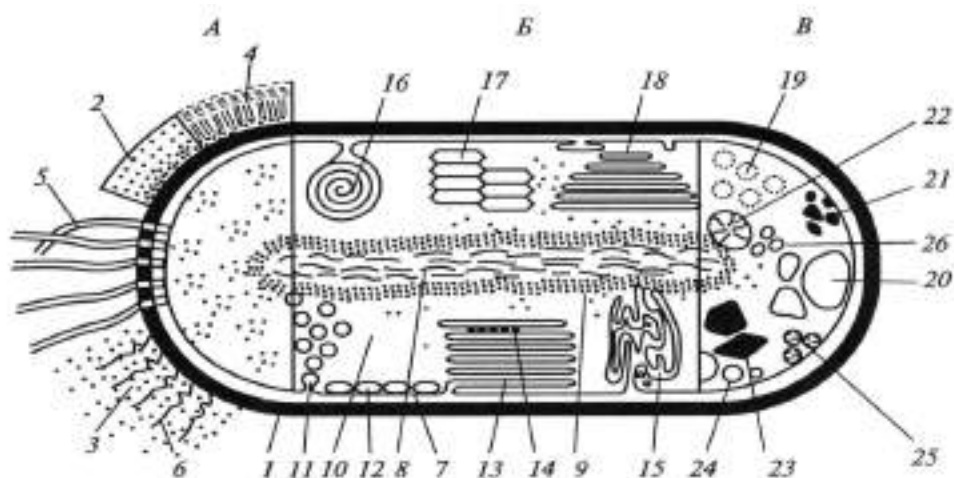


Рисунок 2 – Комбинированное изображение прокариотической клетки:

А – поверхностные клеточные структуры и внеклеточные образования: 1 – клеточная стенка; 2 – капсула; 3 – слизистые выделения; 4 – чехол; 5 – жгутики; 6 – ворсинки; Б – цитоплазматические клеточные структуры: 7 – ЦПМ; 8 – нуклеоид; 9 – рибосомы; 10 – цитоплазма; 11 – хроматофоры; 12 – хлоросомы; 13 – пластинчатые тилакоиды; 14 – фикобилисомы; 15 – трубчатые тилакоиды; 16 – мезосома; 17 – аэросомы (газовые вакуоли); 18 – ламеллярные структуры; В – запасные вещества: 19 – полисахаридные гранулы; 20 – гранулы поли-β-оксимасляной кислоты; 21 – гранулы полифосфата; 22 – цианофициновые гранулы; 23 – карбоксисомы (полиэдральные тела); 24 – включения серы; 25 – жировые капли; 26 – углеводородные гранулы (М. В. Гусев, 2003).

**Задание 7. На основании материала учебника составьте сравнительную характеристику клеток прокариот и эукариот в виде таблицы:**

Признаки	Прокариоты	Эукариоты

**Задание для самоподготовки.** Изучить материал по теме и ответить на следующие вопросы: 1) назвать основные части микроскопа, объяснить их назначение и устройство; 2) показать механическую, оптическую и осветительную части микроскопа и рассказать об их устройстве; 3) выучить правила работы с микроскопом; 4) дать морфологическую и функциональную характеристику различных структурных элементов прокариотической клетки; 5) объяснить значение бактерий в природе и жизни человека; 6) назвать особенности организации вирусов; рассказать о вирусах животных, растений и бактерий.

## **ТЕМА 2. РАЗНООБРАЗИЕ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ: ГРИБЫ, РАСТЕНИЯ И ЖИВОТНЫЕ. СОСТАВЛЕНИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЗОРА.**

**Цель.** Познакомиться с основными признаками, систематикой, значением грибов и растений. Дать представления об основных этапах развития растительного мира. Изучить классификацию, характерные признаки организации беспозвоночных и позвоночных животных, филогенетические связи.

**Оборудование и материалы.** Микроскопы «Биолам»; предметные и покровные стекла, препаровальные иглы, пинцеты, пипетки, ножницы, стаканы с водой, чашки Петри, ручные лупы; культуры: муковорая плесень, дрожжи; колос ржи (пшеницы) со склероциями спорыньи, шампиньоны; гербарий: маршанция, кукушкин лен, мужской папоротник, сосны обыкновенной, ели европейской, пихты европейской, лиственницы сибирской; коллекции шишек представителей семейства сосновые; микропрепараты: разрез через сорус папоротника, заросток папоротника. Влажные препараты животных, скелеты, наборы микропрепаратов представителей беспозвоночных и позвоночных животных, коллекции членистоногих.

**Порядок выполнения практической работы.** Изучить: 1) систематику, основные признаки и значение представителей царства Грибы (Fungi); 2) систематику, основные признаки, направления эволюции и значение представителей царства Растения (Plantae): Отдел Мохообразные (Bryophyta), Отдел Папоротникообразные (Pteridophyta), Отдел Голосеменные (Pinophyta) и Отдел Покрытосеменные, или Цветковые (Angiospermae); 3) основные пути эволюции животных; 4) классификацию царства Животные (Zoa); 5) особенности организации беспозвоночных и позвоночных животных.

### **Царство Грибы (Fungi)**

#### **Задание 1. Изучение муковорой плесени (Mucormucedo).**

*Муковорая, или головчатая, плесень растет во влажных теплых местах, на органических субстратах, образуя белый паутиный налет.*

Снимите препаровальной иглой частичку культуры гриба, добавьте каплю воды и приготовьте временный препарат. Тело гриба – мицелий – состоит из ветвящихся и переплетающихся между собой нитей – гиф. Гифы не имеют клеточного строения и представляют собой массу протоплазмы без клеточных перегородок с множеством ядер (рис. 3).

Обратите внимание на отсутствие хлоропластов в теле гриба, в силу чего грибы не способны к фотосинтезу. Они питаются гетеротрофно, пронизывая гифами питательный субстрат. Найдите в препарате спорангиеносцы – со вздутиями на конце в виде шара или головки – спорангиями.

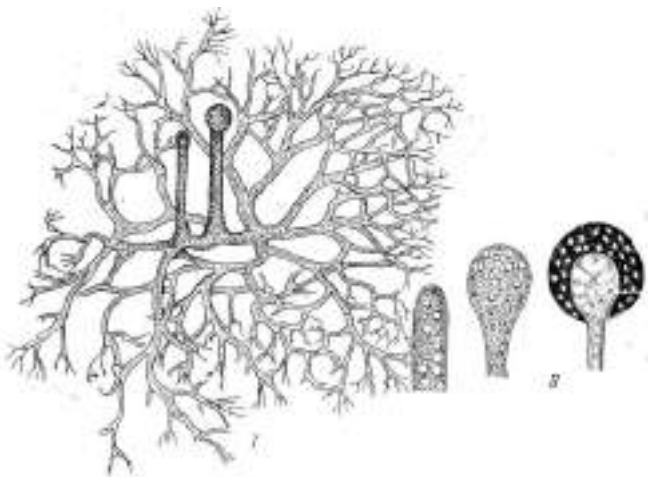


Рисунок 3 – Головчатая плесень:  
I – неклеточный многоядерный мицелий;  
II – спорангий на разных стадиях созревания (В. В. Маховко, 1968).

Надавите концом препаровальной иглы на покровное стекло; оболочка спорангия лопнет, и вы увидите шаровидную часть нити – колонку и большое количество спор, высыпающихся из спорангия. Споры имеют круглую или овальную форму и снабжены плотной оболочкой. Попадая в благоприятные условия, споры дают начало новым мицелиям.

Зарисуйте в альбом неклеточный многоядерный мицелий и спорангий на разных стадиях созревания.

## **Задание 2. Изучение дрожжей (*Saccharomyces*).**

*Дрожжи в процессе жизнедеятельности сбраживают некоторые сахара, при этом сахар распадается на спирт и углекислый газ. Дрожжи широко исполь-*

зуются в пищевой промышленности. Среди дрожжей известны хлебные, кефирные, пивные, винные и др. Дрожжи содержат витамины и применяются в медицине как лечебное средство.

Рассмотрите дрожжи под микроскопом. В поле зрения видно большое количество мелких, овальной формы одноклеточных грибов (рис. 4). На многих клетках видны небольшие бугорки – почки. Проследите за возникновением бугорка, его ростом и отпочковыванием дочерней клетки. В препарате можно видеть колонии, возникшие в результате того, что образующиеся почки не отделяются от материнской клетки. Дрожжевые грибки путем почкования размножаются очень быстро.

Зарисуйте в альбом несколько клеток грибов. На рисунке должны быть обозначены: 1) ядро; 2) вакуоли.

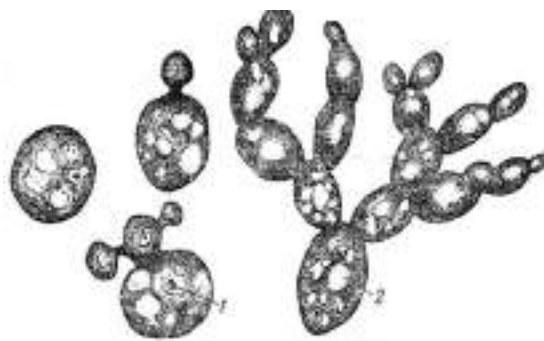


Рисунок 4 – Почкование дрожжевых грибов:  
1— ядро; 2 – вакуоли (В. В. Маховко, 1968).

### **Задание 3. Изучение шампиньона (*Psalliota campestris*).**

*Шампиньон – шляпочный съедобный гриб – растет на богатой гумусом почве. Тело шампиньона состоит из ножки и шляпки. Обе эти части носят название плодового тела и представляют собой плотное переплетение гиф; остальная часть мицелия гриба погружена во влажную, богатую перегноем почву.*

Рассмотрите тело гриба. Обратите внимание, что на нижней стороне шляпки находятся радиально расположенные, состоящие из гиф пластины; на поверхности последних образуется ряд параллельно расположенных клеток – базидий, на которых формируются наружные базидиоспоры.



## Царство Растения (Plantae)

### Задание 4. Изучение представителей отдела Мохообразные (Bryophyta).

**Маршанция (*Marchantia polymorpha*)** встречается в северной полосе, в тенистых местах по сырым оврагам и берегам ручьев.

Рассмотрите гербарий. Маршанция относится к низшим мхам. Представляет собой горизонтально стелющуюся по земле зеленую пластинку – слоевище. Под пластинкой располагаются ризоиды.

Различают мужские и женские слоевища – гаметофиты, несущие соответственно подставки с органами полового размножения: мужскими – антеридиями, женскими – архегониями (рис. 5). После оплодотворения яйцеклетки на женском растении развивается спорогоний – бесполоя форма мха (спорофит). Спорофит не отделяется от материнского растения и, имея мало хлорофилла, питается за счет гаметофита. Таким образом, спорофит и гаметофит составляют единое растение.

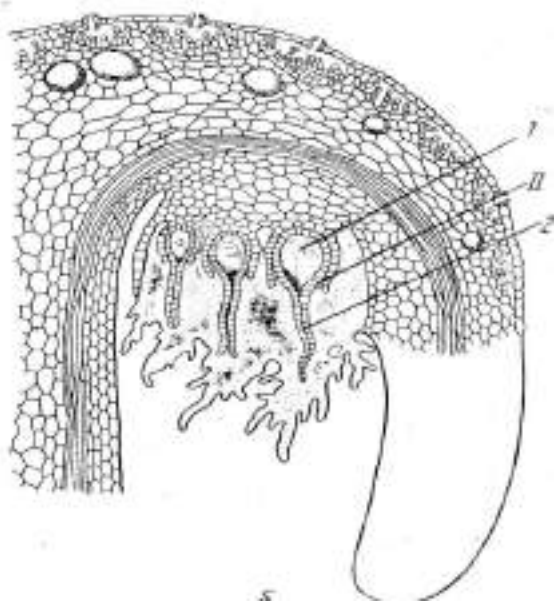


Рисунок 5 – Продольный разрез женской подставки маршанции:  
II – архегоний: 1 – яйцеклетка;  
2 – шейка архегония (В. В. Маховко, 1968).

**Кукушкин лен (*Polytrichum commune*)** относится к высшим мхам. Растет в северной полосе во влажных и тенистых местах. В летний период на женских растениях развиваются спорогонии.

Рассмотрите гербарий и обратите внимание на характерное для высших растений расчленение тела на стебель и лист. Ризоиды, расположенные в нижней части стебля, заменяют у мхов настоящие корни. Стебель несет окрашенные в зеле-

ный цвет листа. На верхнем конце стебля мужского растения среди красновато-бурых листьев располагаются удлиненные мешковидной формы антеридии. У женских растений более вздутый верхний конец, среди листьев которых находятся архегонии. Спорогоний развивается после оплодотворения на женском растении, состоит из ножки и коробочки с крышкой.

### **Задание 5. Изучение представителей отдела Папоротникообразные (Pteridophyta).**

**Мужской папоротник (*Aspidium filixmas*)** – многолетнее растение, широко распространенное в наших лиственных лесах. Спорофит папоротника представляет собой самостоятельно существующее растение.

Рассмотрите гербарий и обратите внимание на широкие, сложно рассеченные листья, на нижней стороне которых помещаются сорусы (скопления спорангиев с развивающимися спорами). Папоротник состоит из подземного стебля – корневища, от которого отходят листья, или вайи. Корневище папоротника содержит сосудисто-волокнистые пучки с водоносными трубками в центре (ксилема) и с трубками для передвижения органических веществ по периферии (флоэма).

Рассмотрите при малом увеличении микроскопа микропрепарат разреза через сорус папоротника (рис. 6).

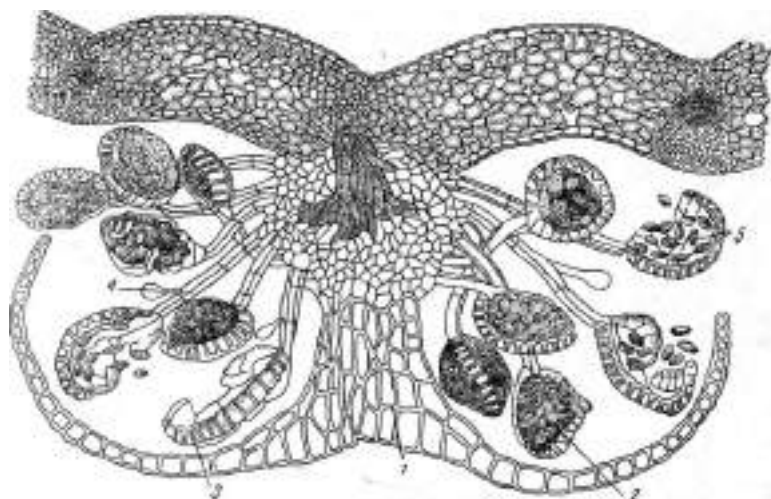


Рисунок 6 – Поперечный разрез листа папоротника с сорусом:  
1 – индузий; 2 – спорангий;  
3 – кольцо спорангия; 4 – ножка спорангия; 5 – споры  
(В. В. Маховко, 1968).

Каждый сорус покрыт сверху тонкой пластинкой – покрывальцем – индузи-ем. Спорангии имеют вид округлых коробочек; каждый спорангий располагается на многоклеточной ножке и покрыт однослойной оболочкой.

По гребню спорангия через верхушку проходит ряд темно-бурых утолщенных клеток, образующих кольцо. При созревании спорангия кольцо разрывается, из спорангия высыпается споры. Споры имеют двойную оболочку и окружены слизистой массой, образующейся клетками внутренней полости спорангия.

Рассмотрите при малом увеличении микроскопа микропрепарат заростка папоротника. Заросток или гаметофит, развивающийся из прорастающей споры, представляет собой небольшую сердцевидную пластинку с расположенными на нижней стороне ризоидами (рис. 7). Пластинка состоит из паренхимных клеток, богатых зернами хлорофилла. Рассмотрите органы полового размножения, находящиеся на нижней стороне заростка. Буылкообразные архегонии располагаются недалеко от сердцевидного заростка. Мешковидные антеридии находятся ближе к заостренному краю пластинки между ризоидами.

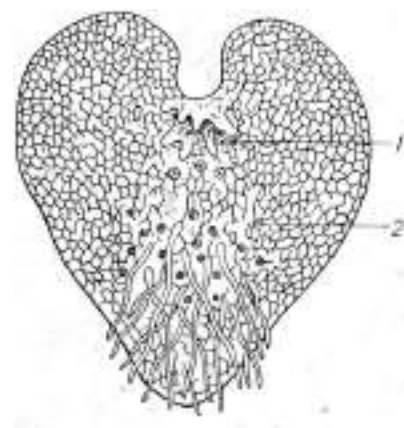


Рисунок 7 – Заросток папоротника:  
1 – архегоний; 2 – антеридий (В. В. Маховко, 1968).

### **Задание 7. Изучение отдела Голосеменные (Pinophyta).**

Используя материал пособия, изучите общую характеристику голосеменных растений.

Отдел голосеменных растений включает 6 классов, из которых 2 – вымершие (семенные папоротники и беннеттитовые) и 4 класса современные: Саговниковые (Cycadopsida), Гнетовые (Gnetopsida), Гинкговые (Ginkgoopsida), Хвойные (Pinopsida).

Голосеменные растения представляют собой древесные растения – деревья или кустарники. Листья голосеменных сильно варьируют не только по числу и размерам, а также по морфологическому и анатомическому строению. По листьям можно определить не только семейство, порядок, род, но даже вид. Так, листья саговниковых папоротниковидные, крупные, широкие, перистые и даже дважды перистые. У гинкговых листья от дихотомически разветвленных до двулопастных или цельных с дихотомическим жилкованием. У гнетовых листья супротивные, цельные, кожистые, с сетчатым перистонервным жилкованием, очень похожие на листья тропических двудольных растений. У хвойных листья игольчатые (хвоя) или чешуйчатые, цельные с одной жилкой. У растений этого отдела тканями ствола и корня являются камбий, ксилема, флоэма.

Для голосеменных характерно чередование поколений, связанное со сменой гаплоидного и диплоидного состояний, однако у них налицо уменьшение гаметофита. Можжевельник, саговник, туя, ель, сосна, лиственница – это спорофиты. Как и все семенные растения, голосеменные являются разнospоровыми. Органами размножения являются женские и мужские шишки, которые формируются на одном и том же дереве и в которых находится гаметофит.

Образование семени является первым этапом в развитии спорофита. Женские шишки построены из крупных чешуек, называемых мегаспорофиллами, каждая из которых несет по два мегаспорангия на внутренней поверхности, а каждый мегаспорангий в свою очередь содержит мегаспору, которая развивается в многоклеточный гаметофит, содержащий две или три архегонии. Каждая архегония состоит из одиночной большой яйцеклетки и нескольких малых вытянутых клеток. Мегаспорангий покрыт так называемым интегументом. Мегаспорангий с интегументом называют семязачатком.

Мужские шишки несут на внутренней поверхности их чешуи по два микроспорангия, содержащих микроспоры, каждая из которых развивается в гаплоидную пыльцу. Пыльцевые гранулы составляют мужской гаметофит.

Мегаспорофиллы и микроспорофиллы собраны в мега- и микростробилы (соответственно) на укороченном спороносном побеге, представляющем собой стебель со спороносными листьями.

Когда пыльца попадает на женские шишки, она проходит в семязачаток, причем каждая пыльцевая гранула развивается в тычиночную трубочку и два спермоядра, а когда тычиночная трубочка проникает в яйцеклетку, происходит слияние спермоядра с ядром яйцеклетки. Это и есть оплодотворение. Диплоидная зигота становится диплоидным зародышем. Со временем внешний интегумент семязачатка превращается в оболочку семени, а из остатков мегаспорангия образуется эндосперм. Следовательно, семязачаток превращается в семя. После созревания семена из шишек выпадают наружу.

*Систематика хвойных.* Класс хвойные, или пинопсида (*Pinopsida*), включает два подкласса: вымершие кордаитовые и современные хвойные, или пиниды (*Pinidae*). В подклассе хвойных – 5 порядков, 7 семейств, 57 родов и 560 видов.

С 1950 г. по предложению голландского ботаника А. Пуле систематика хвойных была изменена. Вместо прежнего порядка шишконосных современные хвойные объединяют в пять порядков: араукариевые (*Araucariales*), сосновые (*Pinales*), кипарисовые (*Cupressales*), подокарповые (*Podocarpaceales*) и тисовые (*Taxales*).

Представители порядка сосновые, объединенные в одно семейство Сосновые из 11 родов и 250 видов, являются основными лесообразователями в Европе, Азии и Северной Америке. Характерной особенностью семейства Сосновые является неравноценность родовых комплексов по количеству видов и по занимаемой площади их современного ареала (табл. 1).

Характерными признаками для представителей семейства Сосновые является игольчатое строение спирально расположенной хвои, образующей только удлиненные или удлинненные и укороченные побеги.

Сосновые – однодомные, раздельнополые, ветроопыляемые растения. Мужские стробилы одиночные или в колосках, они несут многочисленные микроспорофиллы (тычинки) с двумя пыльниками на нижней стороне.

Женские стробилы с многочисленными спирально расположенными макро-спорофиллами, разделенными на наружную кроющую и внутреннюю семенную чешуйки, сросшиеся у основания. Семенная чешуя несет на верхней стороне у основания две семяпочки, одетые толстым покровом обращенные двугубымимикропиле (семяход) вниз к основанию чешуйки.

Таблица 1 – Систематика семейства Сосновые (Pinaceae)

Название триб		Название рода	Общее количество видов	Родина
Русское	Латинское			
Сосновые	Pinaceae	1. Сосна	100	Европа, Азия и Северная Америка
		2. Дюкампопинус	1	Вьетнам
Лиственничные	Lariceae	1. Лиственница	20	Европа, Азия и Северная Америка
		2. Псевдолиственница		Восточный Китай
		3. Кедр	4	Северная Африка, Турция, Ливан, Сирия и Гималаи
Пихтовые	Abiateae	1. Пихта	40	Умеренная зона Северного полушария
		2. Ель	35-45	Евразия, Северная Америка, Центральный и Западный Китай
		3. Тсуга	14-18	Канада, США, Япония, Западный Китай, Северная Индия, Тибет
		4. Псевдотсуга	7-18	Тихоокеанское побережье Канады, США, Восточная Азия
		5. Кателеерия	2	Южный Китай и Вьетнам

В дальнейшем семенные чешуйки разрастаются, деревенеют и образуют шишку, закрытую до времени рассеивания семян. Кроющие чешуйки совсем не развиваются и остаются всегда тоньше семенных. Семена большей частью крылатые, реже бескрылые. Зародыш с несколькими семядолями помещен среди эндосперма, богатого протеинами и жирами.

Древесина у большинства родов с нормально развитой смоляной системой, и только у пихты, тсуги, кедра и псевдолиственницы нормальные смоляные ходы в древесине отсутствуют. Однако на травмированных участках древесины у этих видов хвойных можно найти как примитивные смоляные вместилища, так и специализированные цисты, близкие по своей структуре к смоляным ходам.

Древесина сосновых широко используется в народном хозяйстве как строевой лес для изготовления пиломатериалов и как сырье для целлюлозно-бумажной промышленности, для получения искусственного шелка, производства музыкальные инструментов, токарных изделий, карандашей и т.д.

### **Задание 8. Сравнительная характеристика вегетативных и генеративных признаков некоторых родов семейства Сосновые.**

Проведите сравнение родов семейства Сосновые по побегам. Для каждого рода зарисуйте: а) побеги без хвои, отметив наличие или отсутствие укороченных побегов и листовых подушек; б) побеги с хвоей; в) укороченный побег с пучком хвоинок (у тех пород, где они есть).

По характеру побегов все роды семейства Сосновые объединяются в три группы, или трибы.

Триба А – пихтовые. Объединяют виды, имеющие только удлиненные побеги с одиночной спирально расположенной хвоей. У одних представителей этой трибы (ели) побеги явно бороздчатые, хвоя – на ложных черешках (листовых подушечках), у большинства видов одноцветная, тупозаостренная, в поперечном сечении ромбическая (рис. 8). У других представителей – побеги слабо бороздчатые (пихта, псевдотсуга) или гладкие, листовые подушечки отсутствуют или слабо выражены. Хвоя линейная, двухцветная, верхняя сторона зеленая, нижняя – сизоватая, в поперечном сечении плоская. К основанию хвоя сужается, образуя «ножку», в месте прикрепления к побегу имеет расширения. У большинства видов пихты вершина хвои тупая или выемчатая, у псевдотсуги – заостренная.

Триба Б – сосновые. Хвоя всегда в пучках, по 2-5 игл на укороченных побегах; удлиненные и укороченные побеги развиваются из одной почки. Вершина

хвои оттянуто-заостренная, в поперечном сечении – плоско-выпуклая или треугольная (рис. 9).

Триба В – лиственничные. На удлинённых побегах хвоя одиночная, на старых ветках – пучками, на укороченных побегах по 20-40 (60) хвоинок. Данный признак указывает, что укороченные и удлинённые побеги образуются из разных почек. Вершина хвои притуплённая, хвоя к основанию сужается, одноцветная, поперечное сечение – плоско-выпуклое. У лиственницы и лжелиственницы хвоя на зиму опадает, а у кедра ливанского и других – многолетняя, вечнозеленая.



Рисунок 8 – Строение побегов семейства Сосновые:

I – сосна обыкновенная: 1 – первичный чешуйчатый лист на удлинённом побеге; 2 – чешуйчатые листья укороченного побега; 3 – пленчатые листья влагалища; 4 – хвоинки однолетнего и 5 – двулетнего укороченных побегов. II – ель европейская: 6 – верхушечные и боковые почки; 7 – листовые подушечки на побеге. III – пихта сибирская: 8 – листовые подушечки; 9 – верхушечная и боковые почки. IV – лиственница сибирская: 10 – хвоя удлинённого побега; 11 – пучок хвои укороченного побега; 12 – верхушечная, боковые почки и листовые подушечки побегов в безлистном состоянии (А. Я. Любавская, 2006).



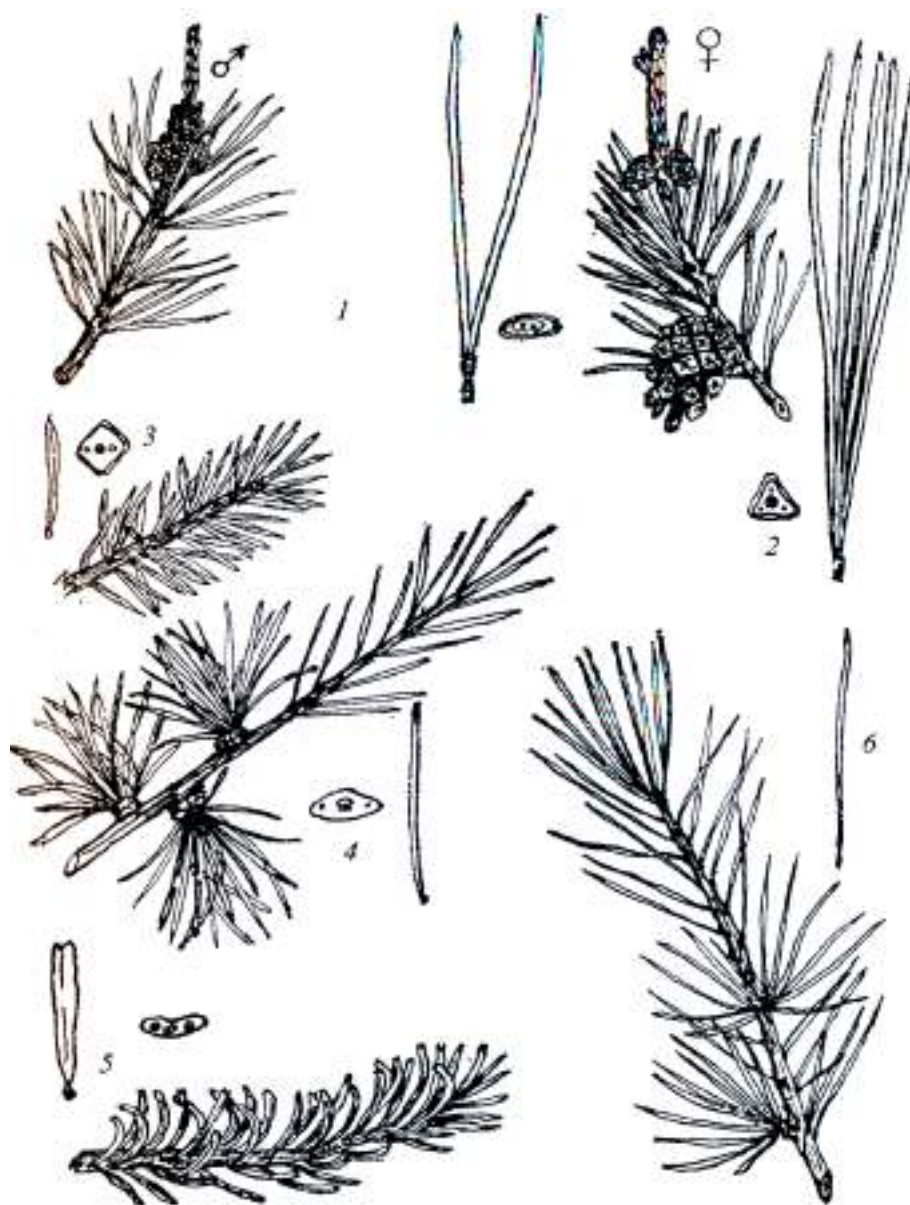


Рисунок 9 – Расположение и строение хвои у разных видов семейства Сосновые: 1 – сосна обыкновенная; 2 – сосна кедровая; 3 – ель европейская; 4 – лиственница сибирская; 5 – пихта сибирская; 6 – кедр ливанский (А. Я. Любавская, 2006).

Характерной особенностью различных родов семейства Сосновые является строение шишек (рис. 10). Зарисуйте шишки основных видов из пяти родов семейства Сосновые. Обратите внимание на признаки, характерные для данного рода. На рисунках ориентируйте шишки так, как они располагаются на ветках дерева. Шишки сосновых состоят из стержня, на котором спирально расположены многочисленные семенные чешуйки; на внутренней стороне семенных чешуй ле-

жат два семени. Небольшие кроющие чешуйки находятся на наружной стороне семенных чешуек.

Шишки сосновых можно разделить на 2 группы: 1 – семенные чешуйки не утолщены – пихта, лиственница, ель, псевдотсуга; 2 – семенные чешуйки утолщены на конце в щиток или апофиз с пупком (бугорком). Кроющие чешуйки не развиты. Шишки располагаются на побегах наклонно, созревают на второй год, реже на третий год после цветения; после разлета семян остаются на побегах несколько лет или опадают вместе с семенами (кедровые сосны). Шишки различаются по форме (от яйцевидно-конических до цилиндрических) и размерам.

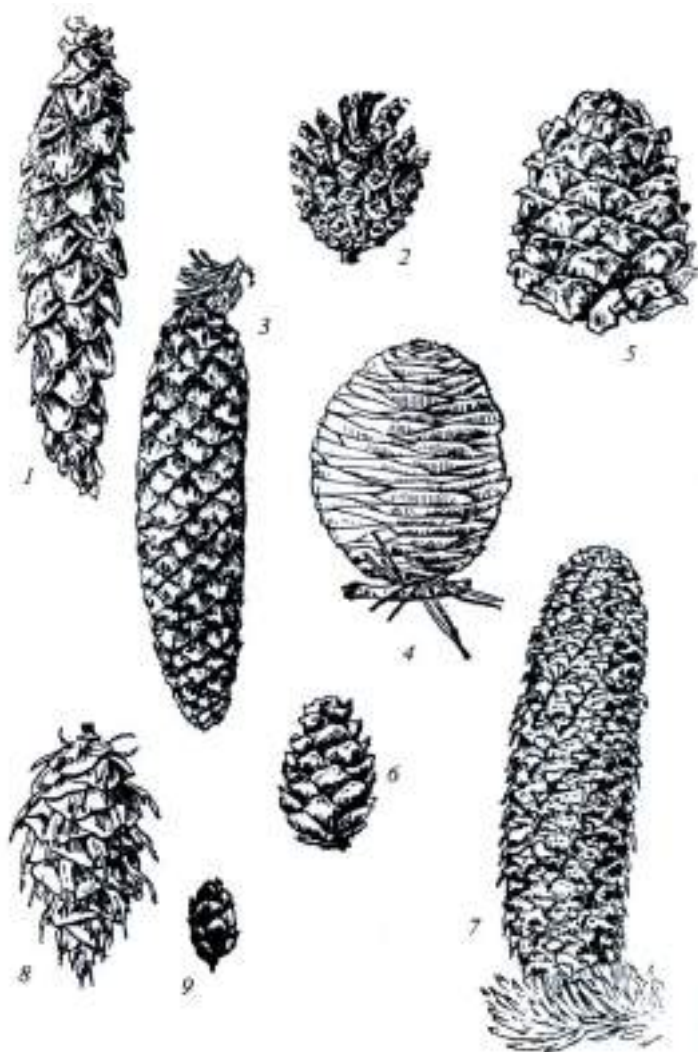


Рисунок 10 – Шишки некоторых представителей семейства Сосновые:  
1 – сосна Веймутова; 2 – сосна обыкновенная; 3 – ель европейская; 4 – кедр гималайский; 5 – сосна кедровая сибирская;  
6 – лиственница сибирская;  
7 – пихта белая; 8 – псевдотсуга Мензиса;  
9 – тсуга канадская  
(А. Я. Любавская, 2006).

Шишки пихты цилиндрической формы по созреванию рассыпаются, оставляя на побеге стержень. Они располагаются вертикально на прошлогодних побегах. Кроющие чешуи с остроконечной вершиной, во время цветения длиннее се-

менных, в зрелых шишках у одних видов они короче, у других остаются длиннее семенных. Семенные чешуйки почковидной формы.

Шишки ели, псевдотсуги и лиственницы при созревании раскрываются. Шишки ели располагаются на вершине прошлогодних побегов, они свешиваются вниз; форма-от яйцевидной до веретеновидно-цилиндрической формы. Кроющие чешуйки меньше семенных.

Шишки лиственницы- округло-яйцевидные, реже цилиндрические, располагаются наклонно на укороченных побегах, после разлета семян остаются 2-3 года на дереве.

### **Задание 9. Изучение отдела Покрытосеменные, или Цветковые (Angiospermae).**

**Цветок как орган размножения покрытосеменных.** На схеме (рис. 11)представлен цветок с элементами, принимающими участие в размножении растения. Зарисуйте схему и укажите, какие из этих элементов (тычинки с пыльниками, пыльцевые зерна, пыльцевая трубка, в которую прорастает пыльцевое зерно, попавшее на рыльце пестика, одно из генеративных ядер пыльцевой трубки, семяпочка, клетка семяпочки, прорастающая в зародышевый мешок с развивающейся в нем яйцеклеткой) соответствуют элементам спорофита, т. е. микроспорангию с микроспорами и макроспорангию с макроспорами, какие-гаметофитам мужскому и женскому.

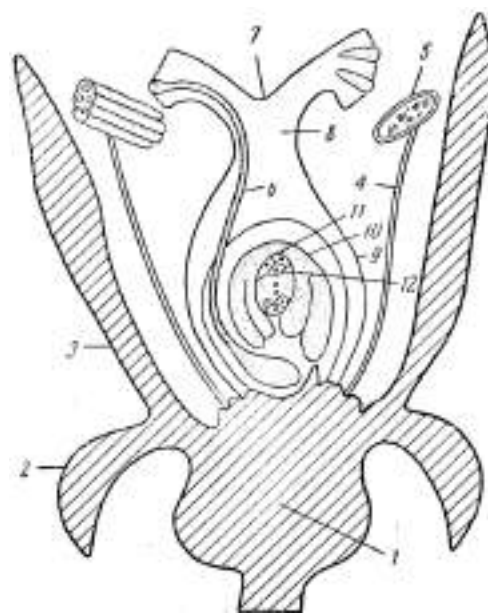


Рисунок 11 – Вертикальный разрез через цветок (схема):

- 1 – цветоложе; 2 – чашелистик; 3 – лепесток;
- 4 – тычинка; 5 – пыльник с пыльцевыми зёрнами;
- 6 – пыльцевая трубочка; 7 – рыльце; 8 – столбик;
- 9 – завязь; 10 – семяпочка; 11 – зародышевый мешок;
- 12 – яйцеклетка (Э. М. Зубина, А. И. Осиповский, 1965).

**Морфологическая характеристика цветкового растения.** Цветковые отличаются большим многообразием. Для определения или описания цветкового растения необходимо знакомство с основными ботаническими терминами, которые в таких случаях употребляются. Одна из задач занятия – привить навыки использования терминологии.

На рисунке 12 изображено несколько лекарственных и ядовитых растений (аир, ромашка, валерьяна, шиповник, тысячелистник, ландыш, подорожник, белена и донник).

Пользуясь рисунками и схемами, а также терминами, употребляемыми при морфологической характеристике семенных растений (см. далее), определите, к какому из изображенных на рисунке 12 растений относятся приведенные ниже характеристики.

1. Цветки собраны в однобокую кисть. Листья эллиптические, прикорневые. Стебель безлистный. Ползучее корневище.

2. Травянистое растение. Цветки правильные. Листья очередные, крупновыемчатозубчатые. Стебель клейкопушистый.

3. Цветки большей частью неправильные, собранные в щитковидное соцветие. Листья супротивные, непарноперистосложные. Корень мутовчатый.

4. Цветки собраны в початок. Листья линейные, мечевидные. Корневище.

5. Цветки собраны в кисть. Листья тройчатые, сложные, продолговатые, нижние – мелкопильчатозубчатые.

6. Цветки правильные. Листья непарноперистосложные.

7. Соцветие – корзинка. Краевые цветки язычковые, внутренние – трубчатые. Листья дважды перисто-раздельные.

8. Цветки собраны в густой колос (соцветие), листья в прикорневой розетке яйцевидные или эллиптические, остальная часть стебля безлистная. Корень мочковатый.

9. Цветки – соцветие из корзинок, собранных в щитки. Листья перисто- или дважды перисто-рассеченные. Имеется корневище.



Рисунок 12 – Некоторые лекарственные и ядовитые растения:

- 1 – ландыш майский (*Convallaria majalis*); 2 – тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.); 3 – белена черная (*Hyoscyamus niger*); 4 – подорожник большой (*Plantago major*); 5 – ромашка аптечная (*Matricaria chamomilla*); 6 – валерьяна лекарственная (*Valeriana officinalis*); 7 – шиповник обыкновенный (*Rosacinnamomea*)

(Э. М. Зубина, А. И. Осиповский, 1965).

Рисунок 12 (продолжение): 8 – аир болотный (*Acorus calamus* L.); 9 – донник лекарственный (*Melilotus officinalis*) (Э. М. Зубина, А. И. Осиповский, 1965).

При морфологической характеристике семенных растений употребляется ряд терминов, пояснения к которым приводятся на рисунках 13-18.



Рисунок 13 – Расположение листьев на стебле:  
1 – очередное; 2 – супротивное; 3 – мутовчатое (Э. М. Зубина, А. И. Осиповский, 1965).

**Виды листьев.** По характеру расположения на стебле (рис. 13) выделяют следующие виды листьев: очередные – расположены на стебле по одному пооче-

редно; супротивные – расположены парами один напротив другого; мутовчатые – расположены пучки из нескольких листьев – «мутовками».

По форме и степени рассечения листовой пластинки различают: прямые, с нерассеченной листовой пластинкой (рис. 14); с рассеченной листовой пластинкой (рис. 15); лопастные (вырезки на пластинке сравнительно неглубокие); раздельные (вырезки на листовой пластинке более глубокие); рассеченные (вырезки доходят почти до главной жилки пластинки); перистые (лопасти расположены по бокам от главной жилки); пальчатые (лопасти расходятся в виде растопыренных пальцев от одного центра).

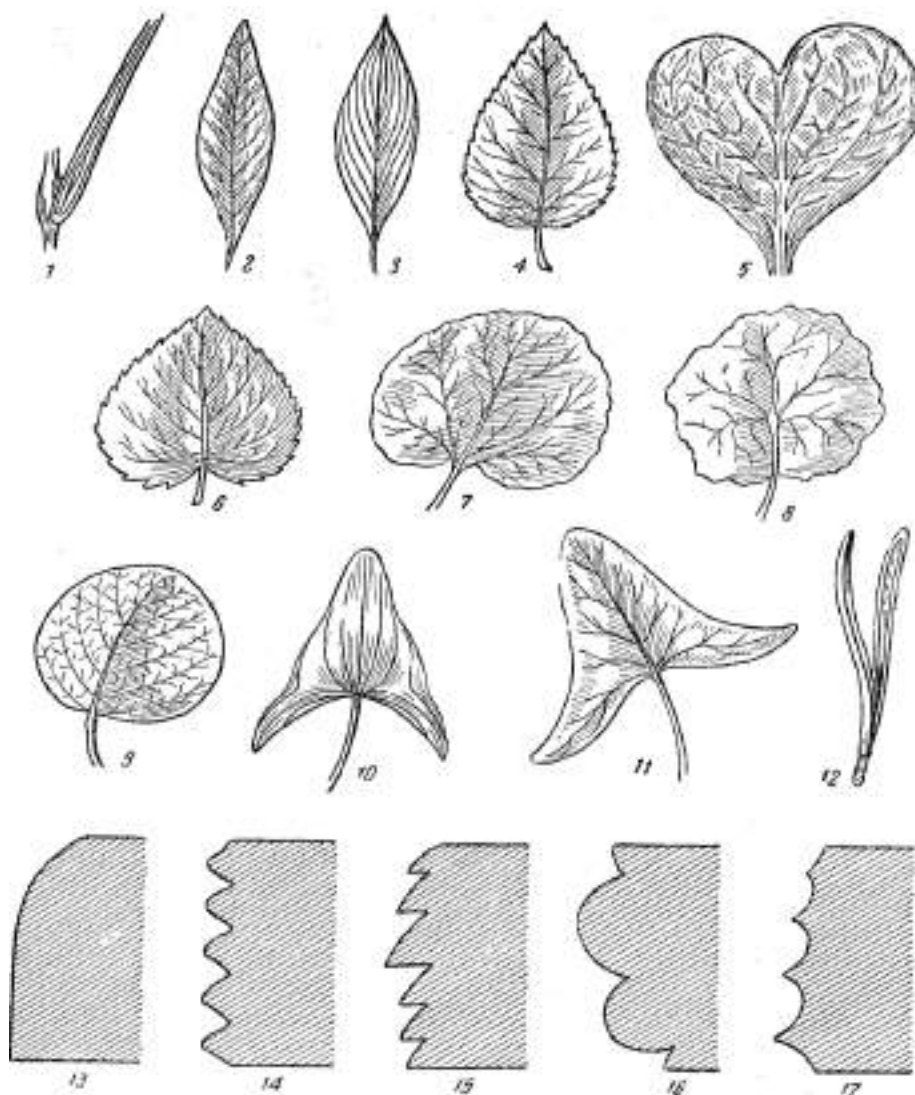


Рисунок 14 – Простые листья с нерассеченной листовой пластинкой:  
 по форме: 1 – линейный; 2 – ланцетовидный; 3 – эллиптический; 4 – яйцевидный;  
 5 – сердцевидный; 6 – обратное сердцевидный; 7 – почковидный; 8 – щитовидный;  
 9 – округлый; 10 – стреловидный; 11 – копьевидный; 12 – игольчатый;  
 по степени рассечения листовой пластинки: 13 – цельнокрайние; 14 – зубчатые;  
 15 – пильчатые; 16 – городчатые; 17 – выемчатые (Э. М. Зубина, А. И. Осиповский, 1965).

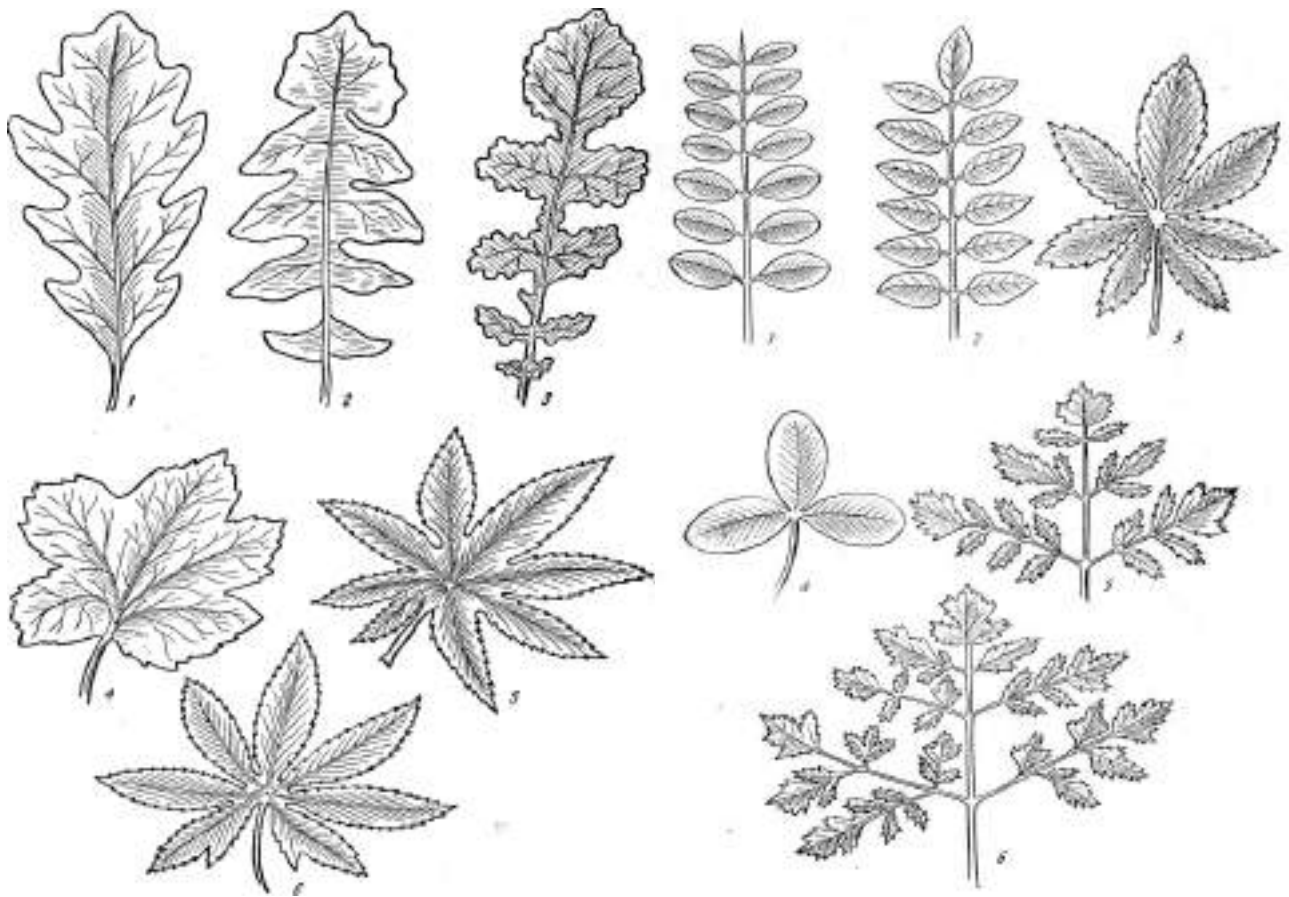


Рисунок 15 – Простые листья с рассеченной листовой пластинкой:

1 – перистолопастный; 2 – перистораздельный; 3 – перисторассеченный; 4 – пальчатолопастный; 5 – пальчатораздельный; 6 – пальчаторассеченный (Э. М. Зубина, А. И. Осиповский,

Рисунок 16 – Сложные листья:

1 – парноперистосложный; 2 – непарноперистосложный; 3 – пальчатосложный; 4 – тройчатый; 5 – двоякоперистый; 6 – троякоперистый (Э. М. Зубина, А. И. Осиповский, 1965).

Сложные листья состоят из нескольких листовых пластинок, каждая из которых имеет свой черешок, прикрепленный к общему главному черешку (рис. 16).

**Виды стеблей** (по поперечному сечению): округлый, четырехгранный, трехгранный, сплюснутый.

Видоизмененные стебли: корневище – подземный стебель, отличается от корня наличием маленьких чешуйчатых листьев; клубень – укороченный вздутый подземный стебель; луковица – недоразвитый укороченный подземный стебель со скученными листьями (мясистые чешуи луковицы); стрелка – безлистный стебель, имеющий часто прикорневую розетку листьев.



**Виды цветков:** выделяют одиночные цветы и соцветия (рис.17). Кисть – более или менее удлиненный стержень с сидящими на ножках друг за другом цветками; однобокая кисть – цветы лишь на одной стороне стержня; метелка – на главной оси расположены боковые ветви, представляющие собой кисти; колос – кисть, у которой цветки не имеют ножек и сидят прямо на стержне; щиток – кисть, у которой все цветки расположены в одной горизонтальной плоскости, в то время как цветоножки отходят от стебля на разных его уровнях; зонтик – все цветоножки выходят из одного места; сложный зонтик – зонтик, на цветоножках которого сидят простые зонтики; головка – зонтик, цветки которого не имеют ножек и сидят вокруг одной оси; корзинка – цветки сидят на расширенном цветоложе.

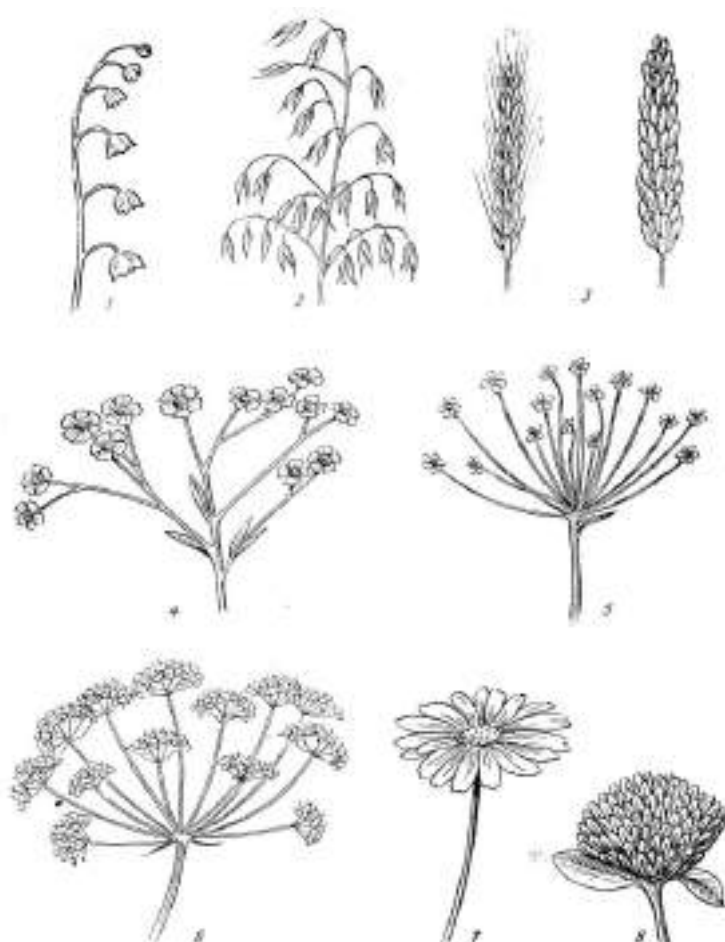


Рисунок 17 – Виды соцветий:  
 1 – кисть; 2 – метелка; 3 – колос;  
 4 – щиток; 5 – зонтик, 6 – сложный зонтик;  
 7 – корзинка; 8 – головка  
 (Э. М. Зубина, А. И. Осиповский, 1965).

**Виды корней** (рис. 18): стержневой корень – служит продолжением стебля; главный корень – от него отходят более мелкие боковые корни (мочковатый корень) пучок придаточных корней, главный корень отсутствует (быстро отмирает).

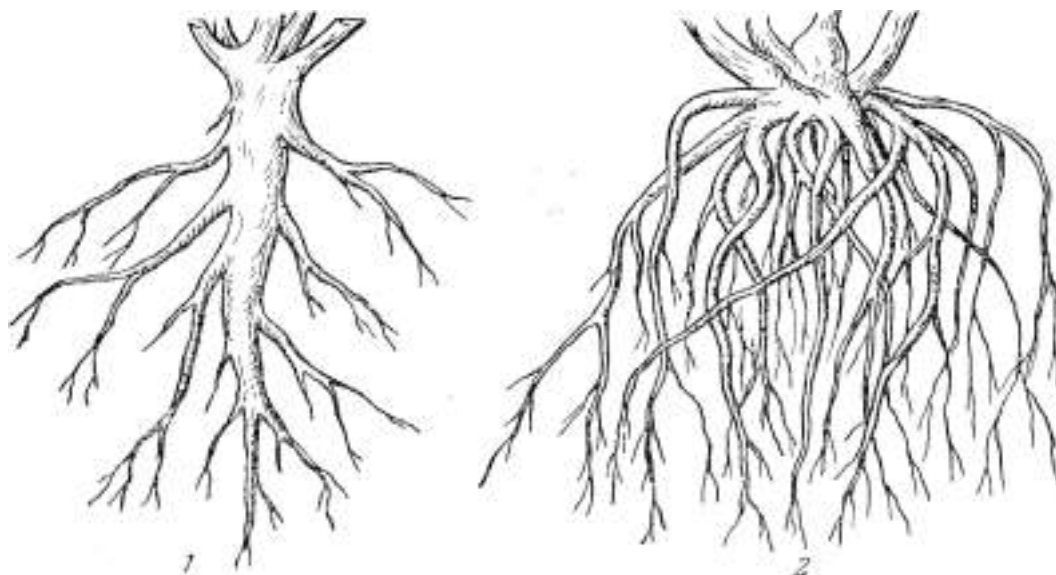


Рисунок 18 – Виды корней: 1 – стержневой; 2 – мочковатый  
(Э. М. Зубина, А. И. Осиповский, 1965).

**Задание для самоподготовки.** Изучить материал по теме и ответить на следующие вопросы: 1) охарактеризовать шляпочные грибы, их строение, питание; 2) описать грибы-паразиты, вызывающие болезни растений; 3) представить классификацию царства Растений; 4) назвать основные признаки высших растений; 5) рассказать о развитии растительного мира на Земле.

### **Задание 10. Изучение эволюции животного мира на Земле.**

Царство животных не менее разнообразно, чем царство растений, а по числу видов животные превосходят растения. Описано около 1500000 видов животных (из них около 1200000 видов – членистоногих, 80000 – моллюсков, 40000 – хордовых животных).

Начало царства животных в ископаемых остатках не прослеживается. Первые достоверные останки животных находят в морских отложениях протерозоя, возраст которых превышает 800 млн. лет. Первые многоклеточные животные представлены сразу несколькими типами: губки, кишечнополостные, плеченогие, членистоногие.

В морях кембрийского периода палеозойской эры (500-570 млн. лет назад) уже существовали все основные типы животных (кроме хордовых). Облик фауны

определяли многочисленные примитивные ракообразные (очень похожие на современных мечехвостов), губки, кораллы, иглокожие, разнообразные моллюски, плеченогие, трилобиты (рис. 19). После кембрия эволюция животных характеризовалась лишь специализацией и совершенством основных типов. Исключение составляют позвоночные, первые остатки которых обнаружены в ордовике (около 450 млн. лет назад). Это были так называемые щитковые – существа, отдаленно сходные с современными круглоротыми (миноги, миксины), но покрытые со спинной стороны мощно развитыми костными пластинами. Предполагают, что они защищали первых позвоночных от огромных хищных ракообразных водных скорпионов.

В теплых и мелководных морях ордовика обитали многочисленные кораллы, значительного развития достигали головоногие моллюски – существа, похожие на современных кальмаров, длиной в несколько метров.

Силурийский период (начало около 440 млн. лет назад) ознаменовался важными событиями не только для растений, но и для животных. Появились животные, способные дышать атмосферным воздухом. Первыми обитателями суши были паукообразные, близкие по строению к современным скорпионам. Тем временем в водоемах происходило бурное развитие разнообразных низших позвоночных, и прежде всего панцирных рыб.

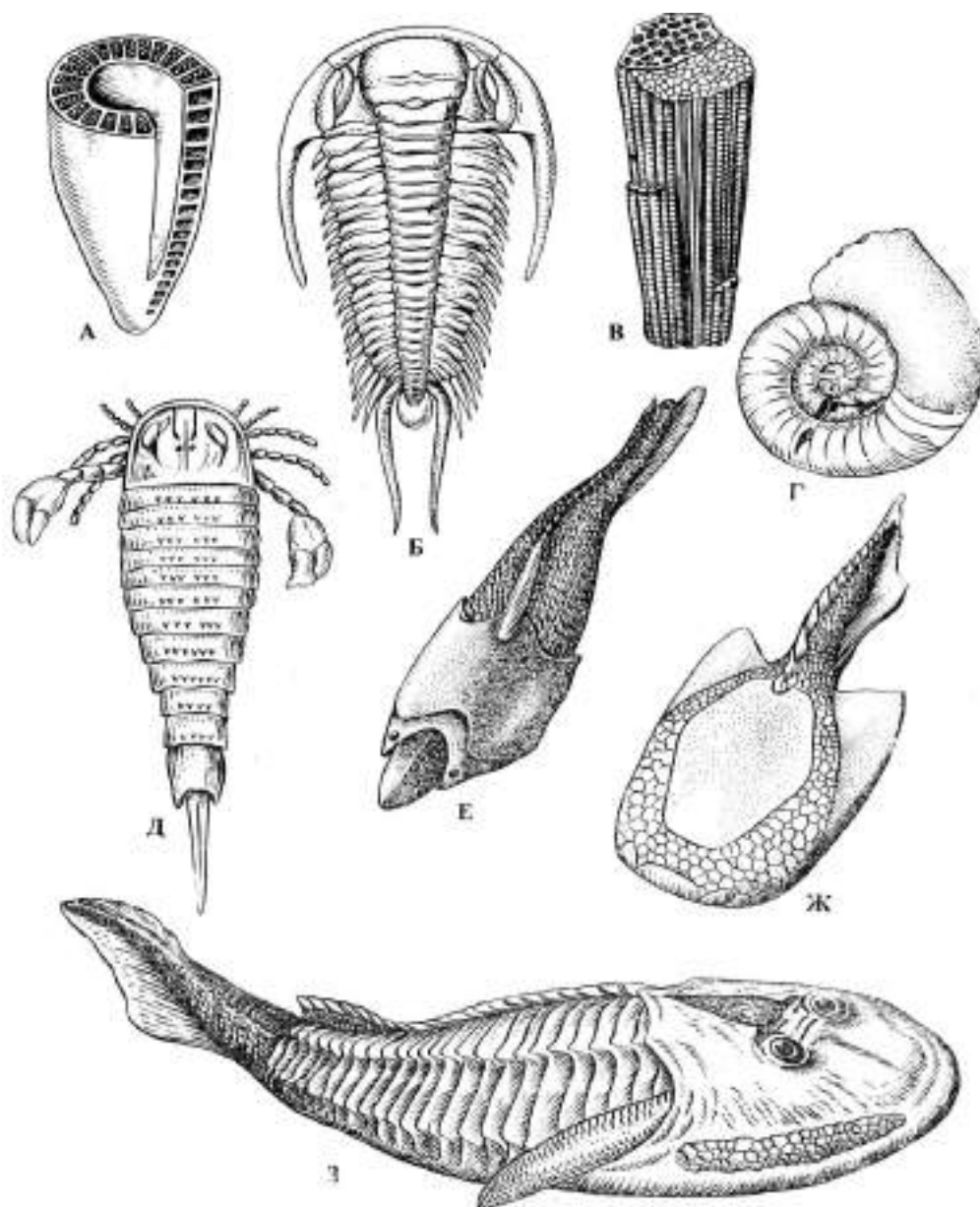


Рисунок 19 – Фауна кембрия, ордовика и силура:  
 А – скелет археоциат; Б – древнейший представитель членистоногих – трилобит;  
 В – скелет коралла; Г – раковина головоногого моллюска; Д – ракоскорпион;  
 Е – 3 древнейшие позвоночные – бесчелюстные и панцирные «рыбы»  
 (А. В. Яблоков, А. Г. Юсуфов, 1976).

Предполагается, что первые позвоночные возникли в мелководных пресных водоемах. Постепенно, в течение девона, эти пресноводные формы завоевывают моря и океаны. В девоне возникают также двоякодышащие, кистеперые и лучеперые рыбы (рис. 20). Все они были приспособлены к дыханию в воде, но обладали и легкими.

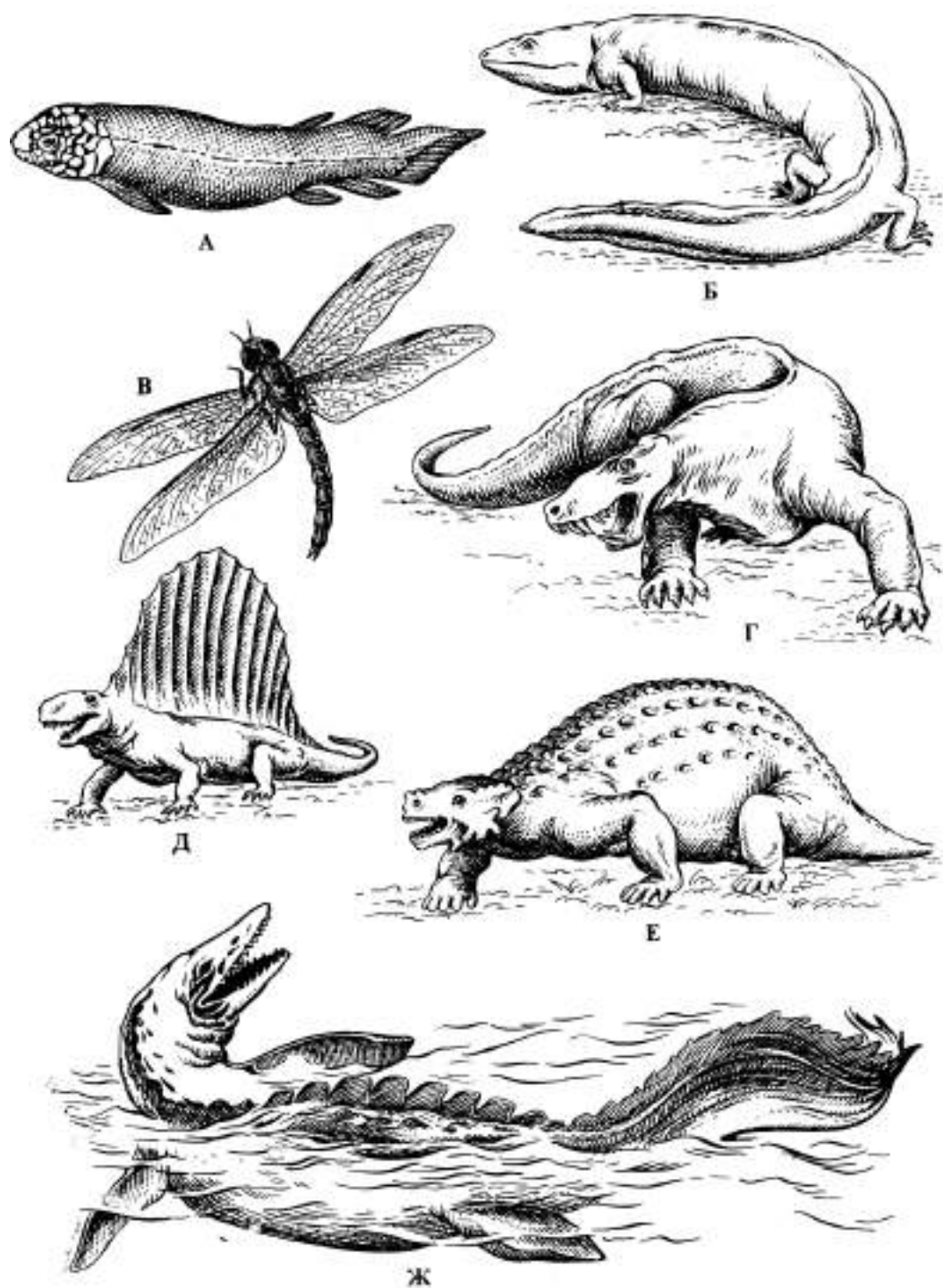


Рисунок 20 – Фауна девона, карбона и перми:

А – двоякодышащая рыба; Б – древнейшее земноводное – стегоцефал; В – стрекоза;  
Г – Ж – древнейшие пресмыкающиеся (А. В. Яблоков, А. Г. Юсуфов, 1976).

До наших дней дожили некоторые виды двоякодышащих, лучеперые дали начало современным костистым рыбам, а кистеперые – первичным земноводным (стегоцефалам). Стегоцефалы появились в верхнем девоне; примерно в это же

время возникает другая чрезвычайно прогрессивная группа животных – насекомые (рис. 20). В развитии линий позвоночных и беспозвоночных проявились две совершенно разные тенденции в решении одних и тех же задач. Переход в наземно-воздушную среду из водной потребовал укрепления основных несущих органов и всего тела в целом.

У позвоночных роль каркаса играет внутренний скелет, у высших форм беспозвоночных, насекомых, – наружный скелет. Задачи развития в наземно-воздушной среде, требовавшей все более сложных поведенческих реакций, в этих ветвях древа жизни решались двумя принципиально разными способами. У насекомых – чрезвычайно сложная нервная система, с разбросанными по всему телу огромными и относительно самостоятельными нервными центрами, преобладание врожденных реакций над приобретенными. У позвоночных – развитие огромного головного мозга и преобладание условных рефлексов над безусловными.

В каменноугольном периоде появляются первые пресмыкающиеся (рис. 20), что определило начало активного завоевания суши позвоночными. Рептилии, благодаря сухим прочным покровам и яйцам, покрытым твердой водонепроницаемой скорлупой, были мало связаны с водоемами. В этом же периоде возникают и достигают значительного развития такие древнейшие группы насекомых, как стрекозы и тараканы.

В следующем – пермском – периоде (начало около 285 млн. лет назад) начинают исчезать стегоцефалы и широко распространяются различные рептилии. От примитивных рептилий из группы цельночерепных в это время развивается ветвь пеликозавров, приведшая несколько позже – через терапсид – к возникновению млекопитающих.

В конце палеозоя (около 250 млн. лет назад) происходит значительная аридизация (усиление засушливости) климата. Поэтому в мезозое бурное развитие характерно для разнообразных рептилий. До наших дней из триасовых рептилий дожили гаттерия и черепахи. Некоторые рептилии становятся хищными, другие – растительноядными, третьи – вторично возвращаются в водную среду (рис. 21),

обеспечивающую им пищу в виде многочисленных форм костистых рыб и голо-  
воногих моллюсков.

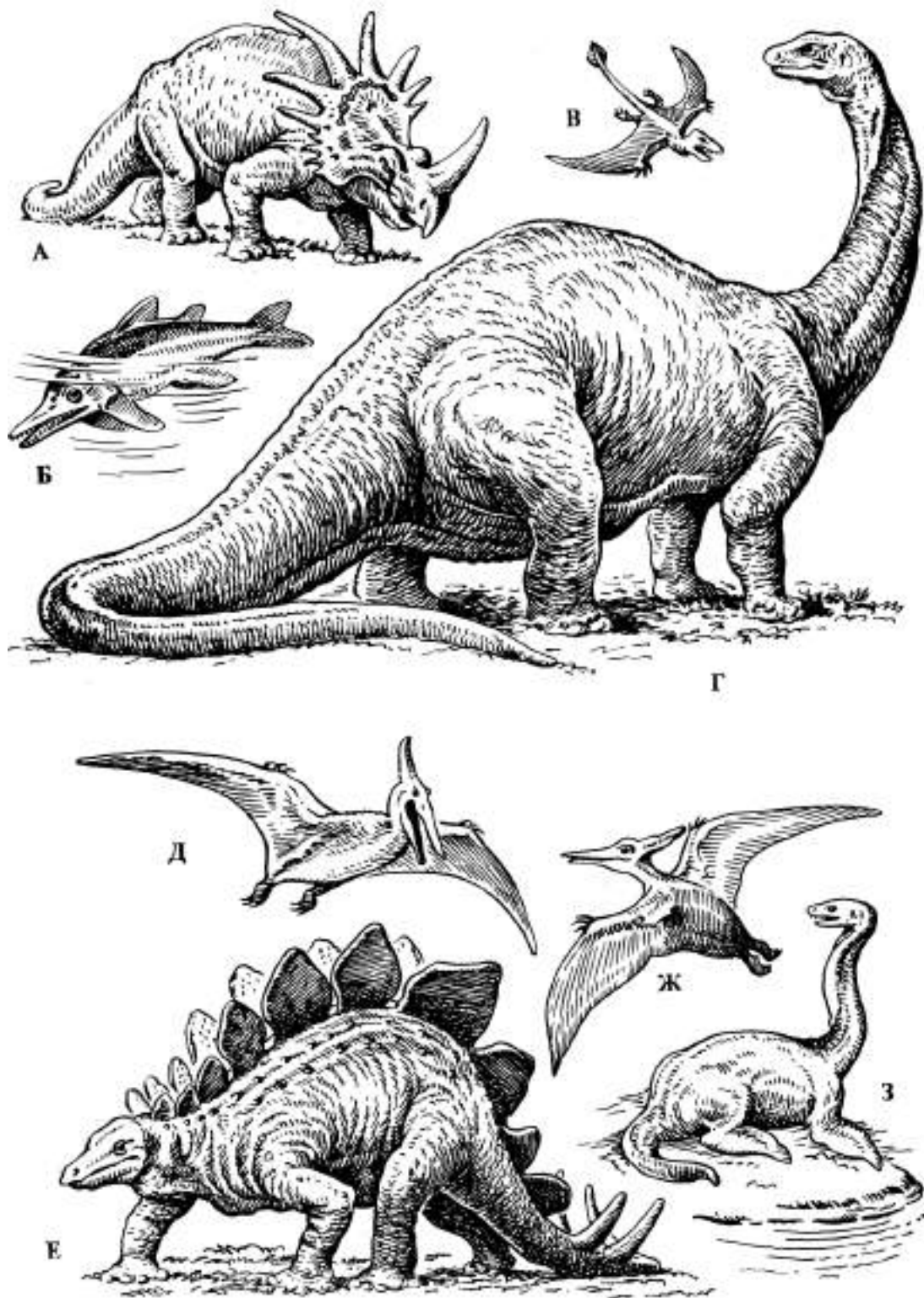


Рисунок 21 – Некоторые пресмыкающиеся мезозоя:  
А – рогатый динозавр; Б – ихтиозавр; В – летающий хвостатый ящер (рамфоринхус), Г – брон-  
тозавр; Д – Ж – летающие бесхвостые ящеры (птерозавры); Е – стегозавр,  
З – плезиозавр (А. В. Яблоков, А. Г. Юсуфов, 1976).

Особенно сильного развития достигают морские рептилии в юре (ихтиозавры, плезиозавры). Тогда же пресмыкающиеся осваивают и воздушную среду – возникают птеродактили, видимо, охотившиеся на многочисленных крупных насекомых. В юрском периоде от одной из ветвей рептилий возникают птицы; первые птицы причудливо сочетали признаки рептилий и птиц.

В меловом периоде мезозойской эры (начало – 137 млн. лет назад) продолжается специализация рептилий: возникают гигантские растительноядные динозавры, встречаются летающие ящеры с размахом крыльев до 20 м. Знаменательные события происходят и в мире насекомых – начинается активная параллельная эволюция энтомофильных растений и насекомых – опылителей. Здесь происходит процесс вымирания аммонитов, белемнитов, морских ящеров. В связи с сокращением пространств, занятых богатой прибрежной растительностью, вымирают растительноядные динозавры, а следом – и охотившиеся на них хищные динозавры.

Лишь в тропическом поясе сохраняются крупные рептилии (крокодилы). В условиях похолодания исключительные преимущества получают теплокровные животные – птицы и млекопитающие, которые пышно расцветают в следующем периоде – кайнозое.

Кайнозойская эра (начало – 67 млн. лет назад) – время расцвета насекомых, птиц и млекопитающих. В самом начале кайнозоя – неогене и палеогене – возникают плацентарные млекопитающие. В палеоцене и эоцене от насекомоядных происходят первые хищные. В это же время или несколько позже первые млекопитающие начинают завоевывать море (китообразные, ластоногие, сиреновые). От древних хищных происходят копытные, от насекомоядных обособляется отряд приматов. К концу неогена и палеогена встречаются уже все современные семейства млекопитающих, на обширных открытых пространствах саванн Африки появляются многочисленные формы обезьян, многие из которых переходят к прямохождению. Одна из групп таких обезьян – австралопитеки, жившие около 10-2 млн. лет назад, дали начало ветви, ведущей к роду Человек.

В кайнозое особенно четко проявляются тенденции в развитии самых прогрессивных ветвей древа жизни животных, ведущих к возникновению группово-



гообраза жизни (что является ступенькой к возникновению более высокой и комплексной формы материи, чем биологическая – социальной). Наблюдается ряд принципиально разных решений, найденных в ходе эволюции.

У общественных насекомых (муравьи, пчелы, термиты) возникновение социальности связано с максимальной потерей индивидуальности; у позвоночных (млекопитающие) возникновение общества приводит к наибольшему раскрытию уникальных индивидуальных черт, присущих особи.

В последнем, четвертичном или антропогеновом, периоде кайнозоя, который продолжается на протяжении последних трех миллионов лет, наблюдались резкие изменения климата нашей планеты, в основном связанные с постепенным похолоданием. На этом общем фоне неоднократно повторялись фазы особенно резкого похолодания, при которых в средних широтах Северного полушария возникали значительные оледенения суши.

Максимального распространения материковые оледенения достигали во время среднего плейстоцена – около 250 тыс. лет назад. В это время площадь ледников на Земле увеличивалась примерно втрое сравнительно с современной, и материковые льды достигали широт Волгограда на Восточно-Европейской равнине и Оклахомы на Великих равнинах Северной Америки. Под воздействием таких огромных массивов льда резко изменялась циркуляция атмосферы, и возникал своеобразный ландшафт, сочетавший признаки тундры и степи при резком сужении лесной зоны умеренного пояса. «Ледниковая» фауна в эти периоды распространялась далеко на юг. Так, например, на Северном Кавказе и в Крыму встречались мамонты, шерстистые носороги, овцебыки, северные олени, песцы, лемминги, полярные куропатки. Эти виды соседствовали с большерогими оленями, бизонами, антилопами.

В ледниковые периоды увлажнялись зоны пустынь и полупустынь тропического и субтропического поясов (в Сахаре, например, обитали в такие периоды крокодилы и бегемоты).

Во время межледниковых периодов климат становился близким к современному (иногда и теплее), и восстанавливалась современная зональность. На

территории Европейской части СССР в плейстоцене насчитывается, по крайней мере, пять таких ледниковых периодов.

Огромное значение для эволюции современной фауны имело то обстоятельство, что одновременно с наступлением ледниковых периодов происходили значительные колебания уровня Мирового океана: в разные периоды этот уровень понижался на 85-120 м по сравнению с современным (в результате расходования массы воды на образование ледников). При таких колебаниях уровня океана обнажалась большая часть материковой отмели Северной Америки и Северной Евразии. Это в свою очередь вело к появлению сухопутных «мостов» типа Берингской суши, соединявшей Северную Америку и Северную Евразию, соединению Британских островов с европейским материком и т.п. По таким «мостам» происходил широкий обмен видами, приведший к формированию современной, хорошо известной нам фауны материков. Изменения климата и колебания уровня Мирового океана происходили и в самом конце четвертичного периода – в голоцене, длящемся последние 10 тыс. лет. Так, например, в Европе 5-6 тыс. лет назад климат был заметно теплее современного. Однако эти изменения климата уже не играли столь значительной роли в изменении видового состава животного мира, какую стал играть человек. Он не только уничтожил многие виды животных и растений (по подсчетам к середине XX в. истреблено более 200 видов животных), но и создал новых домашних животных, а также поставил грандиозную задачу управления эволюционным процессом.

В четвертичном периоде вымерли многие виды млекопитающих: мамонт, саблезубый тигр, шерстистый носорог, гигантский наземный ленивец и др.

В эволюции животных можно наметить несколько магистральных направлений развития:

1. Возникновение многоклеточности и все большее дифференцирование всех систем органов.
2. Возникновение твердого скелета (наружного – у членистоногих, внутреннего – у позвоночных).

3. Развитие центральной нервной системы. Два принципиально разных и чрезвычайно эффективных эволюционных «решения»: у позвоночных развитие головного мозга, основанного на обучении и условных рефлексах; у насекомых – развитие нервной системы, связанной с наследственным закреплением любого типа реакций по типу инстинктов.

4. Развитие социальности в ряде ветвей древа животных, с разных сторон подходящих к рубежу, отделяющему биологическую форму движения материи от социальной. Перешагнуть этот рубеж смогла лишь одна ветвь приматов – род Человек.

Используя материал по эволюции животного мира, представленный в учебно-методическом пособии, заполните таблицу 2.

Таблица 2 – Развитие животного мира на Земле

Эры	Периоды	Появляющиеся животные	Господствующие животные	Вымирающие животные
Архейская, возраст 3500 млн. лет, длительность 900 млн. лет				
Протерозойская, возраст 2600 млн. лет, длительность 2000 млн. лет				
Палеозойская, возраст 570 млн. лет, длительность 330 млн. лет	Кембрийский			
	Ордовикский			
	Силурийский			
	Девонский			
	Каменноугольный			
Мезозойская, возраст 240 млн. лет, длительность 173 млн. лет	Пермский			
	Триасовый			
	Юрский			
Кайнозойская, возраст 60 млн. лет, длительность 60 – 70 млн. лет	Меловой			
	Палеоген			
	Неоген			
	Антропоген			

**Задание 11. Сравнительная характеристика животных и растений.** На основании материала учебника и лекции заполните таблицу 3.

Таблица 3 – Основные черты различия между растительными и животными организмами

Признаки	Зеленые растения	Животные
Способ питания		
Обмен веществ		
Способность к росту		
Способность к передвижению		
Активность в поисках пищи		
Роль в цепи питания		
Высшая нервная деятельность		
Цикл развития		
Системы органов		
Ткани		

**Задание 12. Изучение признаков сходства позвоночных с беспозвоночными.** Используя материал учебника, лекции и наглядные материалы, заполните таблицу 4 в альбоме.

Таблица 4 – Сравнительная характеристика беспозвоночных и позвоночных животных

Признаки	Беспозвоночные	Позвоночные
Скелет		
Пищеварительная система		
Органы дыхания		
Строение и положение сердца		
Кровеносная система		
Нервная система		
Органы чувств		
Выделительная система		

**Задание для самоподготовки.** Изучить материал по теме и ответить на следующие вопросы: 1) какие признаки лежат в основе деления подцарства Простейшие на типы и классы, каково значение простейших в природе и жизни человека; 2) сравните организацию простейших с отдельной клеткой многоклеточного организма; 3) назовите классификацию и морфофизиологические особенности типа Хордовые, признаки, характерные только для хордовых, и общие с другими типами; 4) охарактеризуйте основные черты анимниот и амниот; 5) перечислите характерные черты организации позвоночных; 6) назовите прогрессивные черты млекопитающих; каково происхождение и эволюционное значение млекопитающих.

### **ТЕМА 3. ПРИНЦИПЫ КЛЕТОЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ. ИЗУЧЕНИЕ СТРОЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ И ЖИВОТНОЙ КЛЕТОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕТОВОГО МИКРОСКОПА**

**Цель.** На основе изучения растительных и животных клеток показать единство организации живых форм на планете и различия между растительными и животными клетками; познакомиться со строением и функциями клетки.

**Оборудование и материалы.** Микроскопы «Биолам»; микропрепараты: клетки пленки лука, мазок крови лягушки, эпителий кожи лягушки; стаканы с элодеей; предметные и покровные стекла, препаровальные иглы, пинцеты, пипетки, ножницы, стаканы с водой, флаконы с раствором йода, полоски фильтровальной бумаги, чашки Петри, лук, картофель, томат; таблицы: строение растительных и животных клеток; схема строения эукариотической клетки.

**Порядок выполнения практической работы.** Изучить: 1) растительные клетки (пленка лука, лист элодеи, клубень картофеля, мякоть томата); 2) животные клетки (эпителий кожи лягушки, клетки крови лягушки).

#### **Задание 1. Изучение клеток пленки лука.**

Для приготовления препарата снимите скальпелем с луковицы мясистую чешую. На внутренней стороне её, обращенной к соседней чешуе, имеется тонкая

прозрачная пленка, которую легко захватить пинцетом и снять. Отрежьте ножницами 3-4 мм пленки, положите на предметное стекло, наберите пипеткой раствор йода, нанесите одну каплю на пленку и накройте покровным стеклом.

Рассмотрите препарат при малом увеличении. Обратите внимание на форму клеток, наличие ясно выраженной обособленной клеточной стенки (рис. 22, а). Цитоплазма, образующая тело клетки, почти не видна. Большую часть клетки занимает вакуоль, наполненная клеточным соком. Округлое или овальное ядро расположено или в центре клетки, или занимает пристеночное положение и окрашено йодом в желто-коричневый цвет. В ядре можно рассмотреть одно или два ядрышка.

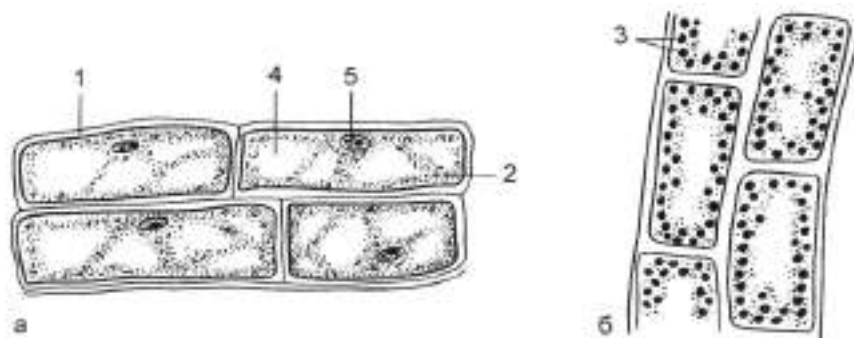


Рисунок 22- Строение растительных клеток:

а – пленка лука; б – лист элодеи; 1 – клеточная стенка; 2 – цитоплазма; 3 – хлоропласты; 4 – вакуоли с клеточным соком; 5 – ядро с ядрышком (Ю. К. Богоявленский, 1988).

Зарисуйте несколько клеток. На рисунке должны быть обозначены: 1) оболочка; 2) цитоплазма; 3) ядро; 4) вакуоли.

### **Задание 2. Изучение клеток листа элодеи.**

На предметное стекло в каплю воды поместите небольшой листочек элодеи и накройте покровным стеклом. Препарат рассмотрите сначала при малом, а затем при большом увеличении. На препарате хорошо видны клетки, образующие поверхностную ткань листа (рис. 22, б). Они имеют толстую двухконтурную бесцветную клеточную стенку. В цитоплазме клеток заметно множество округло-овальных телец зеленого цвета – хлоропластов. Ядра в неокрашенных клетках не видны.

Присмотревшись, вы заметите, что хлоропласты перемещаются (рис. 23).

Вы наблюдаете свойственное живой цитоплазме движение, которое заметно благодаря перемещению хлоропластов.

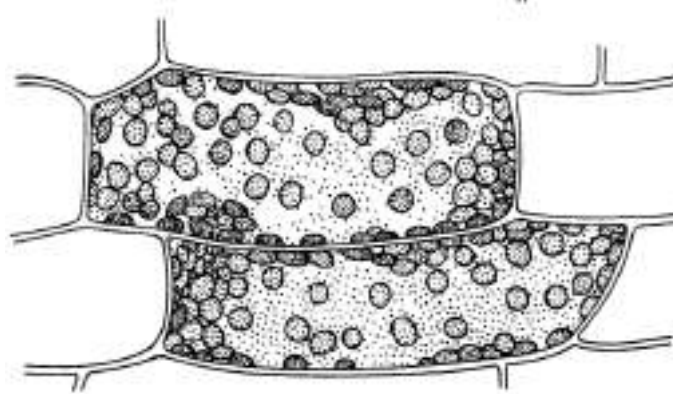


Рисунок 23 – Клетки элодеи под микроскопом (Н. В. Чебышев, 2005).

В данном случае отмечается вращательное, или круговое, движение: цитоплазма движется в одном направлении вокруг центра клетки. Если движение не заметно, подогрейте препарат под электролампой.

Зарисуйте в альбом несколько клеток, обратив внимание на взаимное расположение клеток в двух соседних рядах. На рисунке должны быть отмечены: 1) клеточная стенка; 2) цитоплазма; 3) хлоропласты; 4) направление движения цитоплазмы в клетке.

### **Задание 3. Изучение клеток мякоти томата.**

Снимите пинцетом или иглой кожицу с поверхности томата, концом скальпеля возьмите немного мякоти, перенесите в каплю воды на предметное стекло, распределите равномерно препаровальными иглами, накройте покровным стеклом и рассмотрите. Вы видите, что клетки имеют большей частью округлую форму и тонкую оболочку. Рассмотрите ядро с ядрышком, погруженное в зернистую цитоплазму, расположенную вдоль стенок клетки, а также в виде тяжей, пересекающих клетку (рис. 24). Между тяжами цитоплазмы находятся вакуоли с бесцветным клеточным соком. В цитоплазме видны хромопласты разнообразной формы, оранжевой или красноватой окраски, которые принимают участие в процессах обмена веществ. Цвет их зависит от наличия пигментов каротина или ксантофилла. В незрелых плодах хромопласты имеют округлую форму. По мере созревания

пигмент кристаллизуется, отстает от стенки пластид и превращается в игольчатые образования.

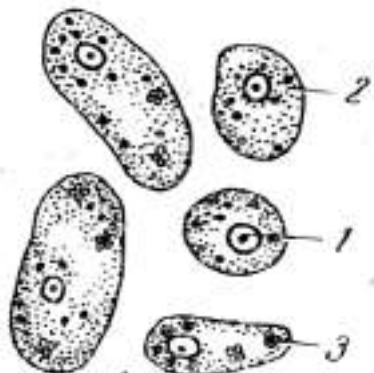


Рисунок 24 – Клетки мякоти плодов томата:  
1 – ядро; 2 – цитоплазма; 3 – хромопласты  
(В. В. Маховко, 1968).

Зарисуйте в альбом несколько клеток. На рисунке должны быть отмечены:  
1) оболочка; 2) цитоплазма; 3) хромопласты.

#### **Задание 4. Изучение клеток клубня картофеля.**

Разрежьте клубень картофеля, соскоблите скальпелем немного массы с поверхности среза, перенесите ее в каплю воды на предметное стекло, накройте покровным стеклом.

При рассмотрении препарата вы видите крахмальные зерна разной величины и формы: круглые, овальные, яйцевидные (рис. 25). Они слоисты. Слои располагаются вокруг центра, который помещается не в центре зерна, а в его более тонком конце и называется образовательным центром, или ядром.



Рисунок 25 – Зерна крахмала картофеля:  
1 – простое; 2 – сложное; 3 – полусложное  
(В. В. Маховко, 1968).

Иногда в зерне наблюдается два или три образовательных центра. Такие крахмальные зерна называются сложными.



Поместите к одному краю покровного стекла полоску фильтровальной бумаги, а к противоположному – каплю раствора йода. Крахмальные зерна окрасятся в слабо-синий цвет, который, постепенно усиливаясь, доходит до темно-синего. Это – характерная реакция на крахмал, по которой крахмальные зерна отличаются от всех других включений.

Зарисуйте 3-4 клетки. На рисунке должны быть обозначены: 1) мембрана; 2) крахмальные зерна.

### **Задание 5. Изучение клеток эпителия кожи лягушки.**

Возьмите лягушку, которая находилась в банке без воды в течение 2 – 3 часов. Кожа лягушки за это время слегка подсохла. Перенесите лягушку в банку с водой. Через несколько минут начинается слущивание эпителия; в воде появляются сероватые прозрачные пленки. Захватите пленку пинцетом и отрежьте от нее ножницами маленький кусочек. Положите этот кусочек на предметное стекло в капельку воды, расправьте с помощью препаровальных игл и накройте покровным стеклом. Рассмотрите при малом увеличении микроскопа. Сравните величину и форму клетки эпителия кожи лягушки и клетки пленки лука. При большом увеличении микроскопа вы видите многоугольные клетки (рис. 26). В каждой клетке имеется округлое пузырьковидное ядро. Вакуоли отсутствуют: цитоплазма равномерно заполняет всю клетку. Обратите внимание на тонкую плазматическую мембрану.

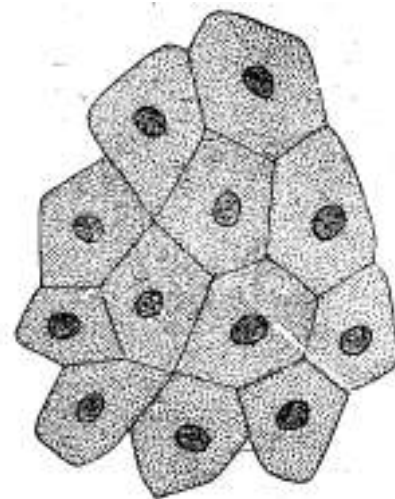


Рисунок 26 – Эпителий кожи лягушки (В. В. Маховко, 1968).

Зарисуйте несколько клеток. На рисунке должны быть обозначены: 1) мембрана; 2) цитоплазма; 3) ядро.

### **Задание 6. Изучение клеток крови лягушки.**

Готовый окрашенный препарат крови лягушки рассмотрите при малом и большом увеличении. Основную массу клеток в поле зрения составляет эритроциты (рис. 27) – овальные клетки, цитоплазма которых окрашена в розовый цвет. В центре – сине-фиолетовое ядро продолговатой формы. Среди эритроцитов ино-

гда встречаются лейкоциты. В отличие от эритроцитов они округлые, ядра лейкоцитов либо разделены на сегменты (нейтрофилы), либо округлые (лимфоциты).

Зарисуйте несколько эритроцитов.

На рисунке должны быть обозначены:

- 1) эритроцит;
- 2) мембрана;
- 3) ядро;
- 4) цитоплазма.

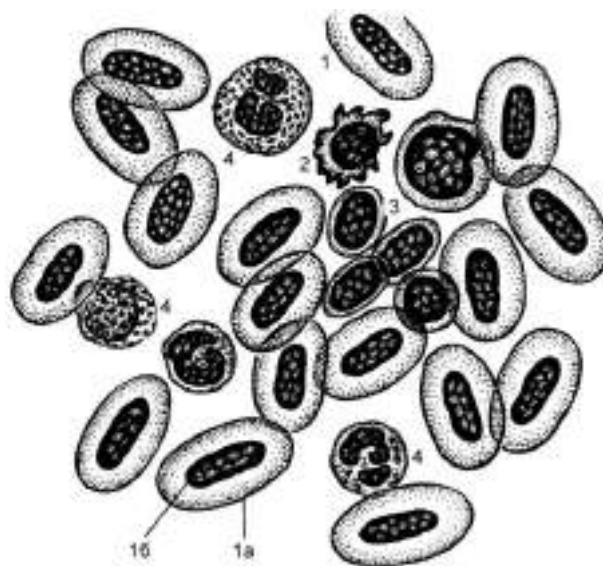


Рисунок 27 – Кровь лягушки:  
1 – эритроциты (1а – мембрана,  
1б – ядро); 2 – лимфоцит; 3 – тромбоцит;  
4 – лейкоциты (Н. В. Чебышев, 2005).

**Задание для самоподготовки.** Изучить материал по теме и ответить на следующие вопросы: 1) дать определение клетке; 2) раскрыть основные положения клеточной теории; 3) назвать отличия в строении прокариотических и эукариотических клеток; 4) дать морфологическую и функциональную характеристику различных органоидов клетки; 5) рассказать о включениях клетки, их классификации и значении.

#### **ТЕМА 4. СОДЕРЖАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В КЛЕТКЕ. НЕОРГАНИЧЕСКИЕ И ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА, ИХ РОЛЬ В КЛЕТКЕ**

**Цель.** Раскрыть особенности строения неорганических и органических веществ клетки; углубить и обобщить знания о функциях химических элементов в жизнедеятельности клетки; развить умение выявлять взаимосвязь строения и функций веществ.

**Оборудование и материалы.** Микроскопы, предметные и покровные стекла, свежий 3% раствор пероксида водорода, стаканы с водой, стеклянные палочки, йод, пробирки, пинцет, ткани растений (кусочки сырого и вареного картофеля) и

животных (кусочки сырого и вареного мяса), стакан с элодеей, песок, ступка, пестик, мука, кусочки ткани.

**Порядок выполнения практической работы.** Изучить: 1) неорганические соединения клетки; 2) органические соединения клетки.

**Задание 1. Изучение органических веществ, входящие в состав клетки.**

Возьмите немного муки и поместите в кусочек ткани, затем опустите, получившийся клубочек в стакан воды и хорошо вымочите. Пронаблюдайте, что будет происходить. После добавьте в этот стакан 2-3 капли йода. Что произошло? Объясните. Теперь возьмите в руки комочек муки из тряпочки. Какой он на ощупь. Почему? Опишите ход практической работы в альбоме, дайте пояснения проводимым опытам.

**Задание 2. Изучение каталитической активности ферментов в живых тканях.**

**Вариант 1.**

1. Приготовьте пять пробирок и поместите в первую пробирку немного песка, во вторую – кусочек сырого картофеля, в третью – кусочек вареного картофеля, в четвертую – кусочек сырого мяса, в пятую – кусочек вареного мяса. Внесите пипеткой в каждую из пробирок немного пероксида водорода. Пронаблюдайте, что будет происходить в каждой из пробирок.

2. Измельчите в ступке кусочек сырого картофеля с небольшим количеством песка. Перенесите измельченный картофель вместе с песком в пробирку и внесите смесь немного пероксида водорода. Сравните активность измельченной и целой растительной ткани.

3. Составьте таблицу, показывающую активность каждой ткани при различной обработке.

4. Объясните полученные результаты. Ответьте на вопросы: в каких пробирках проявилась активность фермента? Объясните почему. Как проявляется активность фермента в живых и мертвых тканях? Объясните наблюдаемое явление. Как влияет измельчение ткани на активность фермента? Различается ли активность фермента в живых тканях растений и животных? Как бы вы предложили

измерить скорость разложения пероксида водорода? Как вы считаете, все ли живые организмы содержат фермент каталазу, обеспечивающий разложение пероксида водорода? Ответ обоснуйте.

**Вариант 2.**

1. Приготовьте препарат листа элодеи, рассмотрите его под микроскопом.

2. Нанесите на микропрепарат каплю пероксида водорода и наблюдайте за изменением состояния клеток.

3. Объясните наблюдаемое явление. Ответьте на вопросы: какой газ выделяется из клеток листа? Почему происходит его выделение?

4. Нанесите каплю пероксида водорода на предметное стекло, рассмотрите её под микроскопом, опишите наблюдаемую картину. Сравните состояние пероксида водорода в листе элодеи и на стекле. Сделайте выводы, запишите в альбоме.

**Задание 3. Используя материал лекции и § 17, 42 учебника А. П. Пехова «Биология с основами экологии», заполните таблицы 5 и 6 в альбоме.**

Таблица 5 – Химическая организация клетки. Неорганические и органические вещества

Вещество	Поступление в клетку	Местонахождение и преобразование	Свойства

Таблица 6 – Сравнительная характеристика ДНК и РНК

Признаки	ДНК	РНК
Местонахождения в клетке		
Местонахождение в ядре		
Строение макромолекулы		
Мономеры		
Состав нуклеотида		
Типы нуклеотидов		
Свойства		
Функции		

**Задание для самоподготовки.** Изучить материал по теме и ответить на следующие вопросы: 1) объясните строение и функции неорганических веществ; 2) каковы строение и функции органических веществ.

## ТЕМА 5. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН И ПЛАСТИЧЕСКИЙ, ИХ СУЩНОСТЬ И ЗНАЧЕНИЕ

**Цель.** Раскрыть сущность метаболизма как совокупности реакций обмена веществ и энергии; углубить и расширить знания о сущности, особенностях и значении катаболизма и анаболизма.

**Оборудование и материалы.** Микроскопы «Биолам»; микропрепараты: разрез листа камелии; предметные и покровные стекла, растение примула, 70% раствор спирта, скальпель, пинцеты, пипетки, ножницы, стаканы с водой, флаконы с раствором йода, чашки Петри, спиртовая горелка; таблицы; методические пособия, учебники.

**Порядок выполнения практической работы.** Изучить: 1) понятие обмена веществ и энергии; 2) закономерности поступления веществ в клетку; 3) энергетические процессы, обеспечивающие жизнедеятельность клетки; 4) метаболизм на уровне организмов; 5) фотосинтез; 6) биосинтез белка.

### **Задание 1. Превращение веществ и энергии в процессе диссимиляции.**

Проанализируйте рисунки 28 и 29, и пояснения к ним. Зарисуйте схемы в альбом.

*Гликолиз* – процесс анаэробного распада глюкозы, идущий с освобождением энергии, конечным продуктом которого является пировиноградная кислота (рис. 28). Цепь реакций, составляющих суть гликолиза, можно разбить на три этапа:

I. Подготовительный этап – фосфорилирование гексозы и ее расщепление на две фосфотриозы.

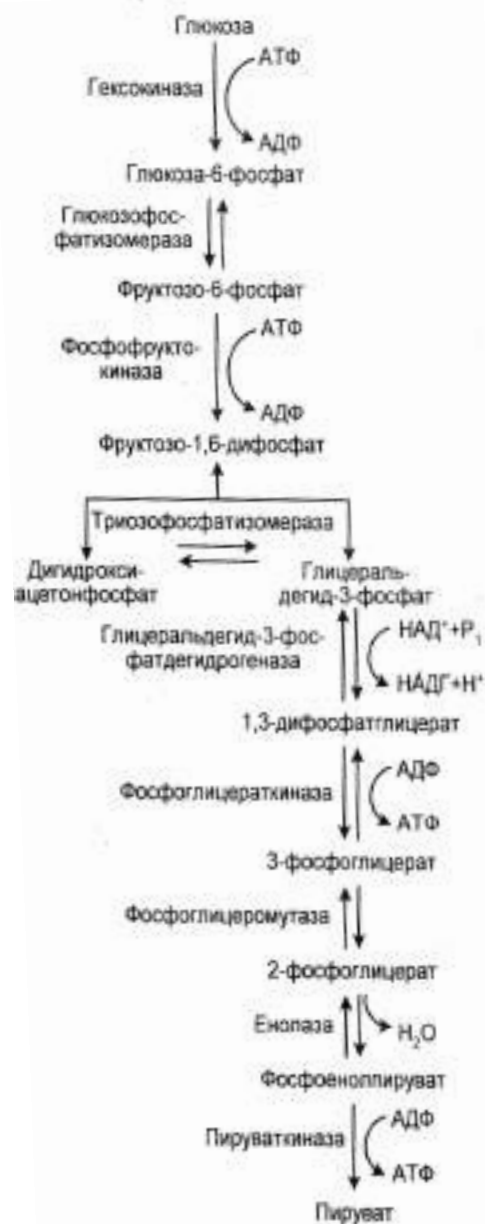
II. Первое субстратное фосфорилирование, которое начинается с 3-фосфоглицеринового альдегида и кончается 3-фосфоглицериновой кислотой. Окисление альдегида до кислоты связано с освобождением энергии. В этом процессе на каждую фосфотриозу синтезируется одна молекула АТФ.

III. Второе субстратное фосфорилирование, при котором 3-фосфоглицериновая кислота за счет внутримолекулярного окисления отдает фосфат с образованием АТФ.

Поскольку глюкоза стабильное соединение, на ее активацию необходима затрата энергии, что осуществляется в процессе образования фосфорных эфиров глюкозы в ряде подготовительных реакций. Глюкоза (в пиранозной форме) фосфорилируется АТФ с участием гексокиназы, превращаясь в глюкозо-6-фосфат, который изомеризуется в фруктозо-6-фосфат с помощью глюкозофосфатизомеразы. Фруктозо-6-фосфат фосфорилируется вторично фосфофруктокиназой с использованием еще одной молекулы АТФ.

Фруктозо-1,6-дифосфат – лабильная фуранозная форма с симметрично расположенными фосфатными группами. Обе эти группы несут отрицательный заряд, отталкиваясь друг от друга электростатически. Такая структура легко расщепляется альдолазой на две фосфотриозы. Следовательно, смысл подготовительного этапа состоит в активации молекулы гексозы за счет двойного фосфорилирования и перевода в фуранозную форму с последующим распадом на 3-фосфоглицериновый альдегид (3-ФГА) и фосфодиоксиацетон (ФДА).

С 3-ФГА начинается II этап гликолиза – первое субстратное фосфорилирование. Фермент дегидрогеназа фосфоглицеринового альдегида (NAD-зависимый SH-фермент) образует с 3-ФГА фермент-субстратный комплекс, в котором происходит окисление субстрата и передача электронов и протонов на  $NAD^+$ . В ходе окисления фосфоглицеринового альдегида до фосфоглицериновой кислоты в фермент-субстратном комплексе возникает меркаптанная *высокоэнергетическая связь* (т. е. связь с очень высокой свободной энергией гидролиза).



Далее осуществляется фосфорилиз этой связи, в результате чего SH-фермент отщепляется от субстрата, а к остатку карбоксильной группы субстрата присоединяется неорганический фосфат, причем ацилфосфатная связь сохраняет значительный запас энергии, освободившейся в результате окисления 3-ФГА. Высокоэнергетическая фосфатная группа с помощью фосфоглицераткиназы передается на ADP и образуется АТФ. Таким образом, в результате II этапа гликолиза образуются АТФ и восстановленный NADH.

Рисунок 28 – Схема гликолиза (А. П. Пехов, 2005).

Последний этап гликолиза – второе субстратное фосфорилирование. 3-фосфоглицериновая кислота с помощью фосфоглицератмутаза превращается в 2-фосфоглицериновую кислоту. Далее фермент енолаза катализирует отщепление молекулы воды от 2-фосфоглицериновой кислоты. Эта реакция сопровождается перераспределением энергии в молекуле, в результате чего образуется фосфоенопируват – соединение, содержащее высокоэнергетическую фосфатную связь. Таким образом, в этом случае высокоэнергетическая фосфатная связь формируется на основе того фосфата, который имелся в самом субстрате. Этот фосфат при участии пируваткиназы передается на АДФ и образуется АТФ, а енолпируват самопроизвольно переходит в более стабильную форму – пируват – конечный продукт гликолиза.

*Энергетический выход гликолиза.* При окислении одной молекулы глюкозы образуются две молекулы пировиноградной кислоты. При этом за счет первого и второго субстратного фосфорилирования образуются четыре молекулы АТФ. Однако две молекулы АТФ тратятся на фосфорилирование гексозы на I этапе гликолиза. Таким образом, чистый выход гликолитического субстратного фосфорилирования составляет две молекулы АТФ.

Кроме того, на II этапе гликолиза на каждую из двух молекул фосфотриоз восстанавливается по одной молекуле NADH. Окисление одной молекулы NADH в электронтранспортной цепи митохондрий в присутствии O<sub>2</sub> сопряжено с синтезом трех молекул АТФ, а в расчете на две триозы (т. е. на одну молекулу глюко-

зы) – шесть молекул АТФ. Таким образом, всего в процессе гликолиза (при условии последующего окисления NADH) образуются восемь молекул АТФ.

*Функции гликолиза в клетке.* В аэробных условиях гликолиз выполняет ряд функций: 1) осуществляет связь между дыхательными субстратами и циклом Кребса; 2) поставляет на нужды клетки две молекулы АТФ и две молекулы NADH при окислении каждой молекулы глюкозы (в условиях аноксии гликолиз, по видимому, служит основным источником АТФ в клетке); 3) производит интермедиаты, необходимые для синтетических процессов в клетке (например, фосфоенопируват, необходимый для образования фенольных соединений и лигнина); 4) в хлоропластах гликолитические реакции обеспечивают прямой путь для синтеза АТФ, независимый от поставок NADPH; кроме того, через гликолиз в хлоропластах запасенный крахмал метаболизируется в триозы, которые затем экспортируются из хлоропласта.

### **Цикл ди- и трикарбоновых кислот (цикл Кребса)**

В анаэробных условиях пировиноградная кислота (пируват) подвергается дальнейшим превращениям в ходе спиртового, молочнокислого и других видов брожений, при этом NADH используется для восстановления конечных продуктов брожения, регенерируя в окисленную форму (рис. 29). Последнее обстоятельство поддерживает процесс гликолиза, для которого необходим окисленный  $\text{NAD}^+$ . В присутствии достаточного количества кислорода пируват полностью окисляется до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  в дыхательном цикле, получившем название *цикла Кребса* или *цикла ди- и трикарбоновых кислот*. Все участки этого процесса локализованы в матриксе или во внутренней мембране митохондрий.

Непосредственно в цикле окисляется не сам пируват, а его производное – ацетил-СоА. Таким образом, первым этапом на пути окислительного расщепления ПВК является процесс образования активного ацетила в ходе окислительного декарбоксилирования. В результате окислительного декарбоксилирования пирувата образуются ацетил-СоА,  $\text{CO}_2$  и NADH.

Дальнейшее окисление ацетил-СоА осуществляется в ходе циклического процесса. Цикл Кребса начинается с взаимодействия ацетил-СоА с енольной фор-



мой щавелевоуксусной кислоты. В этой реакции под действием ферментацитрат-синтазы образуется лимонная кислота. Следующий этап цикла включает две реакции и катализируется ферментом аконитазой, или аконитатгидратазой. В первой реакции в результате дегидратации лимонной кислоты образуется *цис*-аконитовая. Во второй реакции аконитатгидратируется и синтезируется изолимонная кислота. Изолимонная кислота под действием NAD- или NADP-зависимой изоцитратдегидрогеназы окисляется в нестойкое соединение – щавелевоантарную кислоту, которая тут же декарбоксилируется с образованием  $\alpha$ -кетоглутаровой кислоты ( $\alpha$ -оксоглутаровой кислоты).

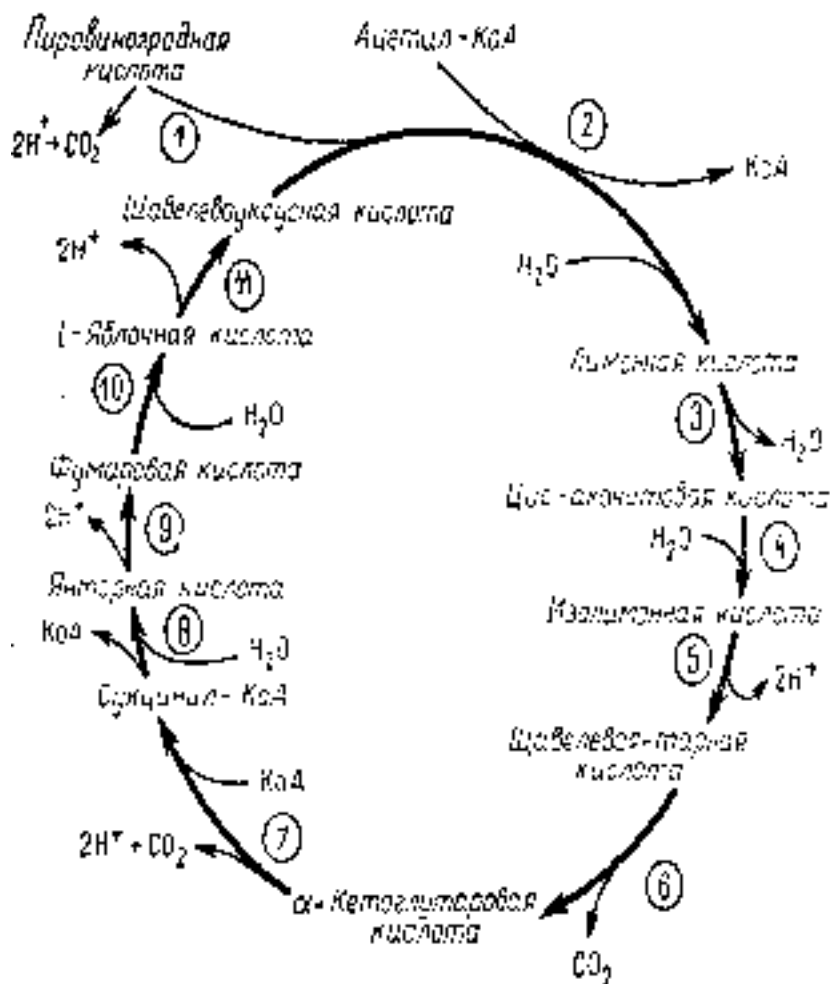


Рисунок 29 – Схема цикла Кребса:

КоА – коэнзим А; цифры в кружках – номера промежуточных реакций; названия ферментов, катализирующих реакции: 1 – пируватдегидрогеназа; 2 – конденсирующий энзим (оксалоацетаттрансацетаза); 3, 4 – аконитатгидратаза; 5 – изоцитратдегидрогеназа; 6 – оксалосукцинатдекарбоксилаза; 7 –  $\alpha$ -кетоглутаратдегидрогеназа; 8 – не выделен; 9 – сукцинатдегидрогеназа; 10 – фумаратгидратаза; 11 – малатдегидрогеназа (А. П. Пехов, 2005).

Реакции окислительного декарбоксилирования, подобно пирувату, подвергается  $\alpha$ -кетоглутарат. В ходе этой реакции выделяется  $\text{CO}_2$ , образуются NADH и сукцинил-СоА.

Подобно ацетил-СоА, сукцинил-СоА является высокоэнергетическим тиоэфиром. Однако если в случае с ацетил-СоА энергия тиоэфирной связи расходуется на синтез лимонной кислоты, энергия сукцинил-СоА может трансформироваться в образование фосфатной связи АТФ. При участии сукцинил-СоА-синтетазы из сукцинил-СоА, АДФ и  $\text{H}_3\text{PO}_4$  образуются янтарная кислота (сукцинат), АТФ, регенерирует молекула СоА. АТФ образуется в результате субстратного фосфорилирования.

На следующем этапе янтарная кислота окисляется до фумаровой. Реакция катализируется сукцинатдегидрогеназой, коферментом которой является FAD. Фумаровая кислота под действием фумаразы или фумаратгидратазы, присоединяя  $\text{H}_2\text{O}$ , превращается в яблочную кислоту (малат). И, наконец, на последнем этапе цикла яблочная кислота с помощью NAD-зависимой малатдегидрогеназы окисляется в щавелевоуксусную. ЩУК, которая самопроизвольно переходит в енольную форму, реагирует с очередной молекулой ацетил-СоА и цикл повторяется снова.

*Энергетический выход цикла Кребса.* В ходе окисления пирувата имеют место 5 дегидрирований, при этом получают 3NADH, NADPH (в случае изоцитратдегидрогеназы) и  $\text{FADH}_2$ . Окисление каждой молекулы NADH (NADPH) при участии компонентов электронтранспортной цепи митохондрий дает по 3 молекулы АТФ, а окисление  $\text{FADH}_2$  – 2АТФ. Таким образом, при полном окислении пирувата образуются 14 молекул АТФ. Кроме того, 1 молекула АТФ синтезируется в цикле Кребса в ходе субстратного фосфорилирования. Следовательно, при окислении одной молекулы пирувата может образоваться 15 молекул АТФ. А поскольку в процессе гликолиза из молекулы глюкозы возникают две молекулы пирувата, их окисление даст 30 молекул АТФ.

Итак, при окислении глюкозы в процессе дыхания при функционировании гликолиза и цикла Кребса в общей сложности образуются 38 молекул АТФ.

## **Задание 2. Сравнительная характеристика способов питания живых организмов.**

Используя материал лекции и §26 учебника А. П. Пехова «Биология с основами экологии» заполните таблицу в альбоме.

Таблица 7 – Способы питания

Показатели	Автотрофные организмы		Гетеротрофные организмы	
	фототрофные	хемотрофные	сапротрофные	паразиты
Источник получения органического вещества				
Источник получения энергии				
Представители животного мира				
Представители растительного мира, бактерии, грибы				

**Задание для самоподготовки.** Изучить материал по теме и ответить на следующие вопросы: 1) дать определение обмену веществ и энергии, раскрыть роль обмена веществ и энергии в жизни живых существ; 2) объяснить понятие «энергия», назвать её формы; 3) раскрыть особенности и сущность энергетического обмена; 4) охарактеризовать способы поступления веществ в клетку.

## **Задание 3. Изучение разреза листа растения камелии.**

Срез листа камелии выполнен в перпендикулярной листовой пластинке плоскости (рис. 30). Эпидермис (однослойный эпителий), покрывающий лист с поверхности, на срезе представлен слоем пузыревидных клеток, которые располагаются на верхней и нижней сторонах листовой пластинки. Хорошо различима кутикула в виде сплошной линии, граничащей с наружной средой, особенно – при большом увеличении. Между эпителием, покрывающим верхнюю и нижнюю стороны листа, лежат клетки паренхимы. К эпителию верхней поверхности листовой пластинки прилегает палисадная паренхима, клетки которой располагаются столбиками, перпендикулярно к эпителию. Клетки ее густо заполнены хлоропластами, заметными при большом увеличении.



Рисунок 30 – Часть среза с листа камелии (микрофото, оригинал, об. 40х, ок. 7х), слева в нижнем углу - сосудистый пучок (Э. М. Зубина, А. И. Осиповский, 1965).

Остальная толща листа вплоть до эпителия нижней стороны заполнена губчатой паренхимой, образованной разбросанными в беспорядке клетками, местами слагающимися в цепочки, пересекающие одна другую (получается вид рыхлой ячеистой ткани). Обратите внимание на то, что клетки губчатой паренхимы содержат относительно небольшое количество хлоропластов. Этим, а также наличием межклеточных пространств, заполненных воздухом, объясняется более светлая окраска (по сравнению с верхней) нижней стороны листа. В средней части среза листовой пластинки проходит сосудистый пучок, окруженный губчатой паренхимой; здесь срез расширяется, так как сосудистый пучок (так называемая жилка листа) выпуклый (обратите внимание, что в этом участке отсутствует палисадная паренхима). Сосудистый пучок имеет на срезе бобовидную форму, причем выемка обращена в сторону верхней поверхности листовой пластинки. Вокруг сосудистого пучка располагаются попавшие в срез элементы механической ткани, окрашенные на препарате в желтый цвет. Ткань сосудистого пучка слагается из двух различных по строению и окраске на препарате элементов. В сторону верхней поверхности листа радиальными рядами располагается древесина – ксилема (окрасившаяся в желтый и желто-зеленоватый цвет). В сторону нижней поверхности

листовой пластинки обращен луб – флоэма(имеющий на препарате синий или голубой цвет).

#### **Задание 4. Постановка эксперимента по фотосинтезу (проба Сакса).**

Участок листа растения (наиболее удобно использовать примулу) за несколько дней до занятия плотно прикрывают с верхней и нижней сторон кусочками не пропускающей свет бумаги (чтобы в данном участке листа не происходил фотосинтез). На занятии лист отрывают от растения и, прежде чем снять бумагу и подвергнуть лист описанной ниже обработке, зарисовывают лист в начале опыта. Затем в течение нескольких минут лист кипятят, чтобы разрушить клеточные оболочки, после чего помещают его в 70% спирт для экстрагирования хлорофилла. Из клетки с разрушенной оболочкой хлорофилл вытягивается спиртом довольно легко. Рекомендуется спирт слегка нагреть, соблюдая при этом правила предосторожности (не нагревать до кипения, так как закипевший спирт может выплеснуться из сосуда и воспламениться).

Спирт, окрасившийся в зеленый цвет от экстрагируемого хлорофилла, следует заменить новой порцией; обработку спиртом продолжают до тех пор, пока лист не обесцветится.

Обесцвечивание необходимо для того, чтобы при дальнейшей обработке зеленая окраска листа не мешала видеть различие между участком, где образовался крахмал, и участками листа, где крахмал отсутствует, т.е. процесс фотосинтеза не происходил.

Наличие крахмала устанавливается обработкой листа раствором йода (появление сине-фиолетовой окраски). Для этого обесцвеченный лист помещают в чашке Петри на 2-3 минуты в раствор йода (цвета крепкого чая). После обработки йодом лист промывают в водопроводной воде.

Если опыт проделан тщательно и растение с участком листовой пластинки, прикрытым не пропускающей свет бумагой, простояло несколько дней на хорошем освещении, цветная реакция крахмала на йод даст отчетливую картину различия между участками, где процесс фотосинтеза происходил, и где условий для его осуществления не было.

К сделанному ранее рисунку (лист в начале опыта) добавьте зарисовки с последующих этапов постановки эксперимента: лист со снятой бумагой, лист обесцвеченный спиртом и лист после обработки раствором йода. Все рисунки должны быть закрашены соответствующими цветными карандашами и снабжены пояснительными подписями.

**Задание 5. Проанализируйте и зарисуйте в альбом схему процесса фотосинтеза и пояснения к ней.**

Процесс фотосинтеза осуществляется в хлоропластах в два этапа (рис. 31).

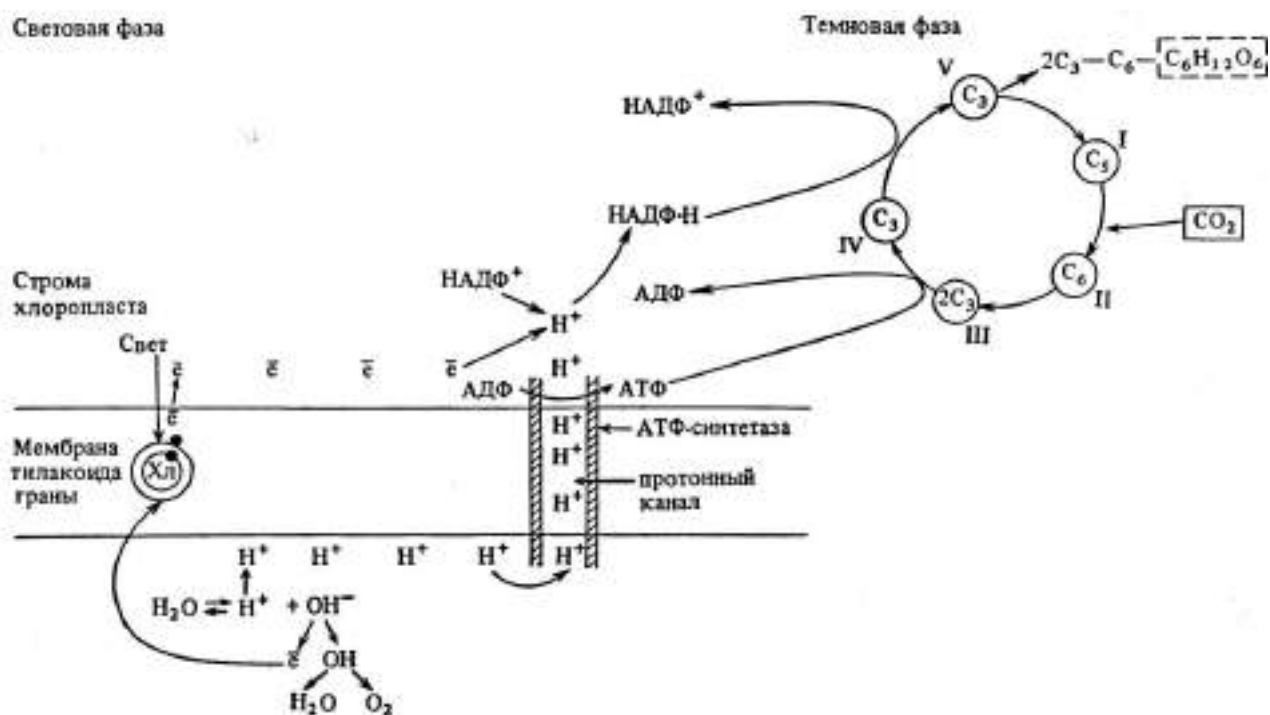


Рисунок 31 – Схема процесса фотосинтеза (Т. Л. Богданова, 1991).

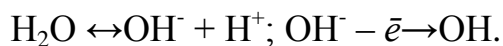
В гранях (тилакоидах) протекают реакции, вызываемые светом, – световые, а в строме – реакции, не связанные со светом, – темновые, или реакции фиксации углерода.

*Световые реакции.*

1. Свет, попадая на молекулы хлорофилла, которые находятся в мембранах тилакоидов гран, приводит их в возбужденное состояние. В результате этого электроны  $e$  сходят со своих орбит и переносятся с помощью переносчиков за

пределы мембраны тилакоида, где и накапливаются, создавая отрицательно заряженное электрическое поле.

2. Место вышедших электронов в молекулах хлорофилла занимают электроны воды  $\bar{e}$ , так как вода под действием света подвергается фоторазложению (фотолизу):



Гидроксил – ионы  $\text{OH}^-$ , став радикалами  $\text{OH}$ , объединяются, образуя воду и свободный кислород, который выделяется в атмосферу:  $4\text{OH} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ .

3. Протоны  $\text{H}^+$  не проникают через мембрану тилакоида и накапливаются внутри, образуя положительно заряженное электрическое поле, что приводит к увеличению разности потенциалов по обе стороны мембраны.

4. При достижении критической разности потенциалов протоны  $\text{H}^+$  устремляются по протонному каналу в ферменте АТФ-синтетазе, встроенном в мембрану тилакоида, наружу. На выходе из протонного канала создается высокий уровень энергии, которая идет на синтез АТФ ( $\text{АДФ} + \text{Ф} \rightarrow \text{АТФ}$ ). Образовавшиеся молекулы АТФ переходят в строму, где участвуют в реакциях фиксации углерода.

5. Протоны  $\text{H}^+$ , вышедшие на поверхность мембраны тилакоида, соединяются с электронами  $\bar{e}$ , образуя атомарный водород  $\text{H}$ , который идет на восстановление переносчика  $\text{НАДФ}^+$ :



$\text{НАДФ} \cdot \text{H}$  – переносчик с присоединенным водородом.

Таким образом, активированный световой энергией электрон хлорофилла используется для присоединения водорода к переносчику.  $\text{НАДФ} \cdot \text{H}$  переходит в строму хлоропласта, где участвует в реакциях фиксации углерода.

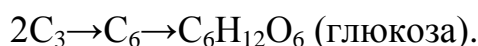
*Реакции фиксации углерода (темновые реакции).* Осуществляются в строме хлоропласта, куда поступают АТФ,  $\text{НАДФ} \cdot \text{H}$  от тилакоидов гран и  $\text{CO}_2$  из воздуха. Кроме того, там постоянно находятся пятиуглеродные соединения – пентозы  $\text{C}_5$ , которые образуются в цикле Кальвина (цикле фиксации  $\text{CO}_2$ ). Этот цикл можно проследить на углероде как главном элементе углеводов.

1. К пентозе  $C_5$  присоединяется  $CO_2$ , в результате чего появляется нестойкое шестиуглеродное соединение  $C_6$ , которое расщепляется на две трехуглеродные группы  $2C_3$  – триозы.

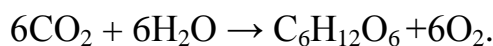
2. Каждая из триоз  $2C_3$  принимает по одной фосфатной группе от 2 АТФ, что обогащает молекулы энергией.

3. Каждая из триоз  $2C_3$  присоединяет по одному атому водорода от 2 НАДФ·Н.

4. После чего одни триозы объединяются, образуя углеводы:



5. Другие триозы объединяются, образуя пентозы  $5C_3 \rightarrow 3C_5$ , и вновь включаются в цикл фиксации  $CO_2$ . Суммарная реакция фотосинтеза:



**Задание 6. Проанализируйте и зарисуйте в альбом схему биосинтеза белка и пояснения к ней.**

Белки – это линейные полимеры, состоящие из аминокислот, соединенные друг с другом пептидной связью. Всего в состав белков входит 20 наиболее универсальных аминокислот. Первичная структура белка закодирована в ДНК в виде последовательности нуклеотидных триплетов или кодонов, каждый из которых соответствует одной из 20 стандартных аминокислот. Биосинтез белка включает процессы транскрипции и трансляции (рис. 32).

Наследственная информация, заложенная в молекулах ДНК, не передается прямо к системе синтеза белка, сначала она переносится на молекулу информационной РНК. Процесс передачи информации с ДНК на иРНК называется транскрипцией. Транскрипция осуществляется с обязательным присутствием в клетке фермента РНК-полимеразы. У эукариот обнаружено три типа РНК-полимераз. Первый тип отвечает за синтез рибосомной РНК, второй тип – за синтез информационной РНК, третий – за синтез транспортной РНК.



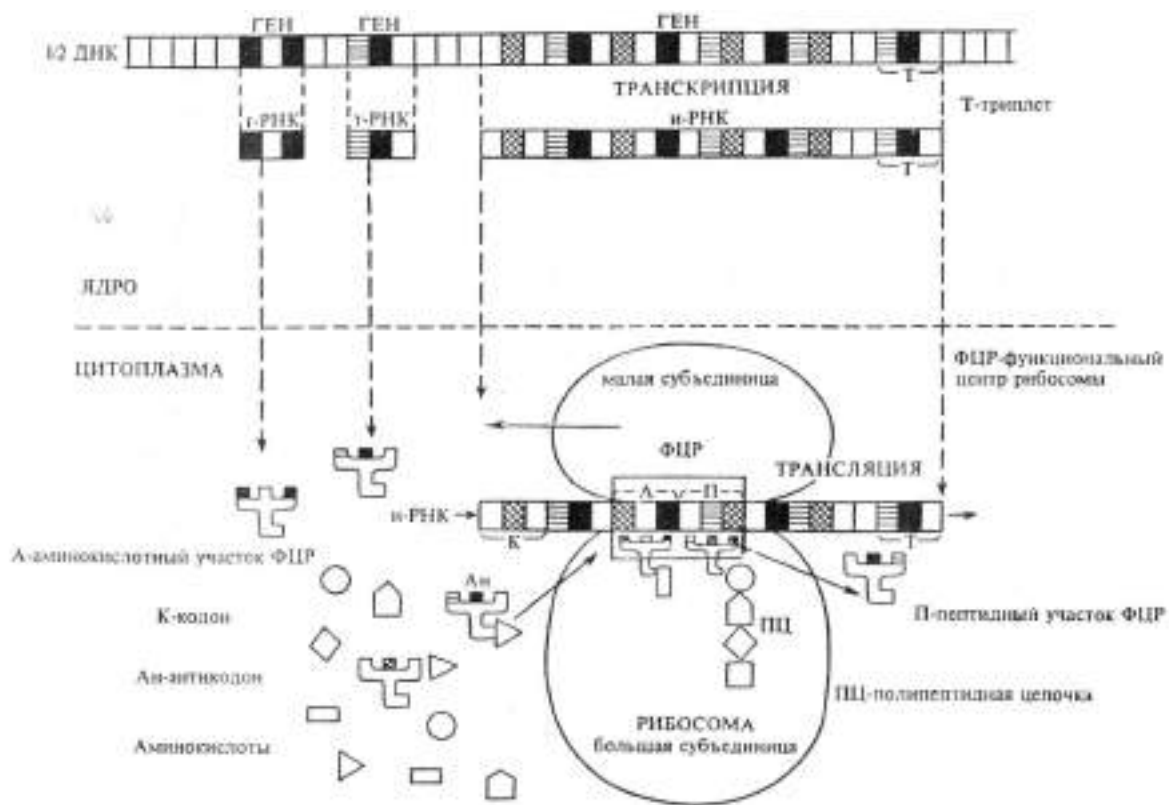


Рисунок 32 – Схема биосинтеза белка (Т. Л. Богданова, 1991).

В процессе транскрипции выделяется три этапа: инициация (начало транскрипции), элонгация (наращивание цепи иРНК) и терминация (окончание транскрипции). На этапе инициации РНК-полимераза прикрепляется к промотору, начинается расплетание молекулы ДНК. Промотор – небольшой участок молекулы ДНК, расположенный в ее начале. Транскрипция идет только на одной из двух нитей молекулы ДНК, ее называют смысловой. После расплетания молекула ДНК оказывается доступной для спаривания с поступающими рибонуклеозидтрифосфатами. Начинается элонгация. РНК-полимераза, продвигаясь по ДНК, обеспечивает образование иРНК, которое идет строго комплементарно: к аденину пристраивается урацил, к гуанину – цитозин. Рост иРНК продолжается в направлении 5' – 3' и начинается с 5' конца. Таким образом, иРНК несет полную информацию ДНК для синтеза специфического белка.

*Процессинг. Сплайсинг.* У эукариот при транскрипции вначале образуется про-иРНК-предшественник зрелой иРНК. Затем начинается процесс созревания иРНК (процессинг). В молекуле про-иРНК имеются два типа участков: экзоны и интроны. Экзоны – это кодирующие последовательности гена, несущие информа-

цию о синтезе белка. Интроны – некодирующие последовательности иРНК. В результате процессинга из про-иРНК вырезаются интроны. Процесс вырезания интронов называют сплайсингом. После сплайсинга экзоны соединяются ферментом лигазой. Зрелые иРНК выходят из ядра и могут присоединиться к рибосоме.

*Трансляция* – это синтез белка на рибосомах, направляемый матрицей иРНК. Молекула иРНК поступает из ядра в цитоплазму, где контактирует с рибосомами. Комплекс из иРНК и рибосом носит название полирибосом (полисом). Именно на полисомах происходит трансляция. В синтезе белка выделяют три этапа. На первом этапе происходит активация аминокислот под влиянием ферментов аминоацил-тРНКсинтетазы. Каждая аминокислота имеет свой активирующий фермент. На втором этапе происходит аминоацилирование тРНК – присоединение аминокислотных остатков к акцепторному участку ЦЦА соответствующей транспортной РНК. Третий этап – собственная трансляция. На заключительном этапе происходит сборка полипептидной цепи на рибосомах под контролем иРНК. На последнем этапе выделяют инициацию, элонгацию и терминацию. В стадию инициации образуется комплекс, состоящий из иРНК, малой субъединицы рибосомы и первой аминоацил-тРНК с аминокислотой метионин. Затем к этому комплексу присоединяется большая субъединица рибосомы. Сигналом инициации трансляции служит кодон АУГ для метионина, который располагается на стартовом участке иРНК. К этому кодону присоединяется антикодон УАЦ тРНК, несущий аминокислоту метионин. С этой аминокислоты начинается полипептидная цепочка. В стадию элонгации идет наращивание полипептидной цепочки. Каждая рибосома движется вдоль молекулы иРНК, при передвижении на один кодон к рибосоме прикрепляется антикодон тРНК с новой аминокислотой. Триплет антикодона тРНК взаимодействует с триплетом иРНК. Итак, различные молекулы тРНК приносят к рибосоме аминокислоты и располагают их соответственно последовательности триплетов иРНК. Рост полипептида продолжается до тех пор, пока в иРНК не окажется один из трех кодонов: УАГ, УАА, УГА. Любой из них служит сигналом терминации. В стадию терминации заканчивается трансляция данного гена и образуется соответствующий белок.

**Задание для самоподготовки.** Изучить материал по теме и ответить на следующие вопросы: 1) дать общую характеристику обмена веществ и энергии, назвать типы обмена веществ; 2) привести общее уравнение фотосинтеза, назвать реакции световой фазы фотосинтеза, объяснить фотофосфорилирование; 3) объяснить путь углерода в фотосинтезе (темновая фаза фотосинтеза) и значение зеленых растений для биосферы; 4) раскрыть этапы биосинтеза белка.

## **ТЕМА 6. ДЕЛЕНИЕ КЛЕТКИ (МИТОЗ). ФОРМЫ РАЗМНОЖЕНИЯ ОРГАНИЗМОВ И ИХ ЦИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ. МЕЙОЗ, МЕХАНИЗМЫ ЭТАПОВ И МОРФОЛОГИЯ.**

**Цель.** Познакомиться с жизненным циклом клетки и одним из видов клеточного деления (митозом); научиться выявлять особенности бесполого, полового и вегетативного размножения, объяснять их биологическую сущность; изучить особенности строения и развития мужских и женских гамет.

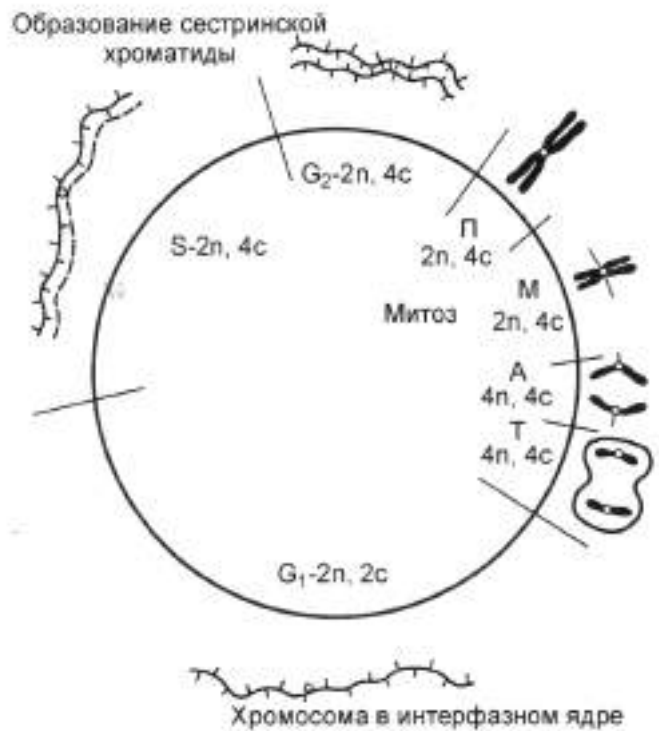
**Оборудование и материалы.** Микроскопы «Биолам»; микропрепараты: митоз в клетках корешка лука, срез семенника самца крысы, сперматозоиды морской свинки, срез яичника млекопитающего; предметные и покровные стекла, стаканы с водой, пипетки, мицелий плесневого гриба; таблицы: схема митотического цикла клетки, схема митоза клетки; формы бесполого размножения, строение половых желез самца и самки крысы, строение сперматозоидов у представителей различных типов и классов животных; схемы сперматогенеза и оогенеза.

**Порядок выполнения практической работы.** Изучить: 1) митоз в клетках корешка лука; 2) митотический цикл клетки; 3) строение половых желез самки и самца млекопитающих; 4) особенности строения мужских и женских половых клеток млекопитающих; 5) особенности гаметогенеза.

### **Задание 1. Изучение жизненного и митотического цикла клетки.**

По рисунку изучите жизненный и митотический циклы клетки. Зарисуйте схему в альбом.

Рисунок 33 – Жизненный и митотический циклы клетки:  
 $G_1$  – пресинтетический период интерфазы;  
 $S$  – синтетический период интерфазы;  $G_2$  – постсинтетический период интерфазы;  
 митоз (П – профаза; М – метафаза; А – анафаза; Т – телофаза);  
 $n$  – гаплоидный набор хромосом;  $2n$  – диплоидный набор хромосом;  $c$  – количество ДНК, соответствующее гаплоидному набору хромосом (вне круга показаны изменения хромосом в различные периоды жизненного цикла клетки)  
 (Н. В. Чебышев, 2005).



## Задание 2. Изучение митоза в клетках корешка лука.

На микропрепарате клеток корешка лука при малом увеличении микроскопа найдите в поле зрения хорошо оконтуренные клетки. Этот участок изучите при увеличении  $\times 40$ . Найдите в клетках стадию интерфазы и различные фазы митотического деления. Нарисуйте контуры клеток и затем расположите в них наблюдаемые структуры.

*Интерфаза.* Ядро в клетке округлое, с четкими границами. В нем видны 1 или 2 ядрышка. Хроматин в виде глыбок заполняет кариоплазму (рис. 34).

*Профаза.* Ядро заметно увеличивается, в нем исчезают ядрышки. В кариоплазме наблюдается клубок, составленный из тонких нитей. Эти тонкие нитевидные структуры – хромосомы. В конце профазы оболочка ядра разрушается и хромосомы выходят в цитоплазму (рис. 34, 2 и 3).

*Метафаза.* Хромосомы приобретают вид сильно изогнутых палочковидных структур. Найдите клетку, где хромосомы лежат в экваториальной плоскости, образуя звезду (рис. 34, 4).

*Анафаза.* В клетке видны две звезды, так как сестринские хромосомы перемещаются к полюсам. Хромосомы имеют вид шпильки: центромеры направлены к полюсам, а плечи расходятся под углом друг к другу (рис. 34, 5 и 6).

*Телофаза.* У противоположных полюсов клетки видны рыхлые клубки из частично деспирализованных хромосом. В центре клеток начинает формироваться перегородка, которая постепенно делит материнскую клетку на две дочерние (рис. 34, 7).

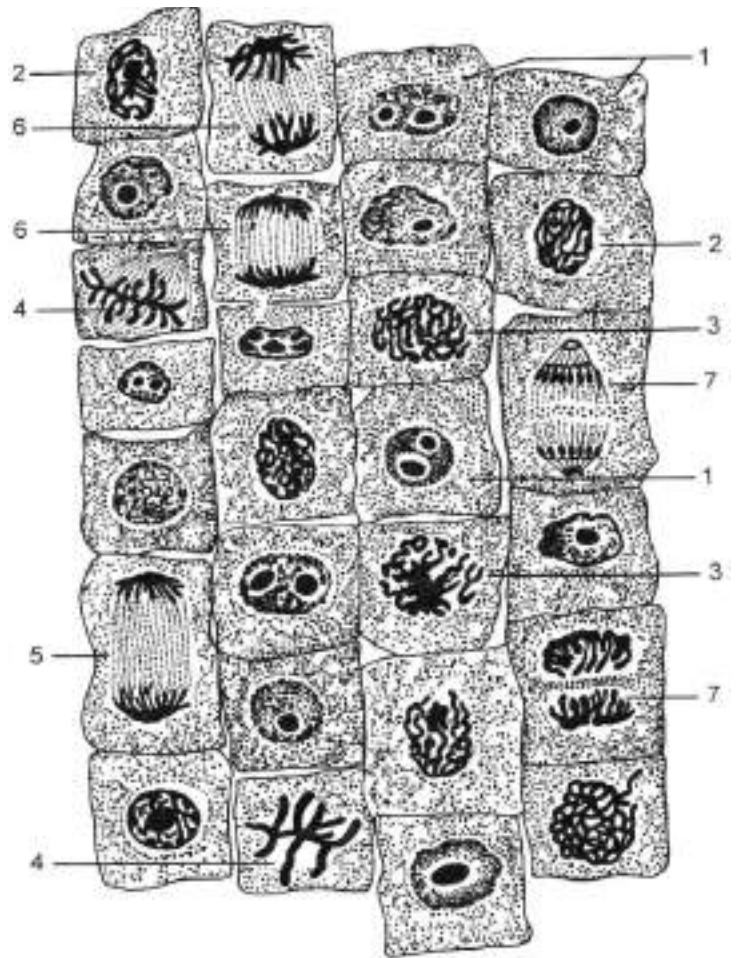


Рисунок 34 – Кариокинез или митоз (корешок лука):

- 1 – интеркинез; 2 – профаза, плотный клубок; 3 – профаза, рыхлый клубок;
  - 4 – метафаза; 5 – ахроматиновое веретено;
  - 6 – анафаза; 7 – телофаза
- (Н. В. Чебышев, 2005).

Зарисуйте клетки на различных стадиях митоза и в интерфазе. На рисунке должны быть обозначены: 1) интерфаза (ядро, цитоплазма, хроматин); 2) профаза (хромосомы); 3) метафаза (материнская звезда); 4) анафаза (дочерние звезды); 5) телофаза (ядра дочерних клеток).

### **Задание 3. Изучение спорообразования у плесневого гриба.**

Нанесите пипеткой каплю воды на предметное стекло, затем возьмите пинцетом несколько нитей мицелия плесневого гриба, положите их в каплю воды на предметное стекло и закройте покровным стеклом. Рассмотрите препарат под микроскопом сначала при малом, а затем при большом увеличении.

В поле зрения видны ветвящиеся полупрозрачные и тонкие нити – гифы. Найдите среди гиф спорангии – круглые коробочки на длинной ножке, заполненные мелкими спорами округлой формы. Некоторые спорангии могут оказаться

разорванными, в таких случаях вокруг них видны высыпавшиеся округлые клетки – споры.

Зарисуйте мицелий плесневого гриба. На рисунке должны быть обозначены: 1) мицелий; 2) гифы; 3) спорангий; 4) споры.

#### **Задание 4. Изучение половых желез самца крысы.**

Рассмотрите микропрепарат среза семенника при малом увеличении микроскопа «Биолам». Семенник на срезе имеет овально—округлую форму, внутри него видны поперечные разрезы многочисленных семенных канальцев.

Снаружи семенник покрыт оболочками – влагалищной и белочной. В последней заметно большое количество кровеносных сосудов. От белочной оболочки внутрь отходят многочисленные выросты, разделяющие семенник на отдельные отсеки.

Рассмотрите отдельный семенной каналец под большим увеличением. В середине канальца иногда виден просвет. Стенка канальца состоит из нескольких рядов разнородных клеток (рис. 35). Найдите среди них четыре зоны, соответствующие последовательным этапам сперматогенеза.

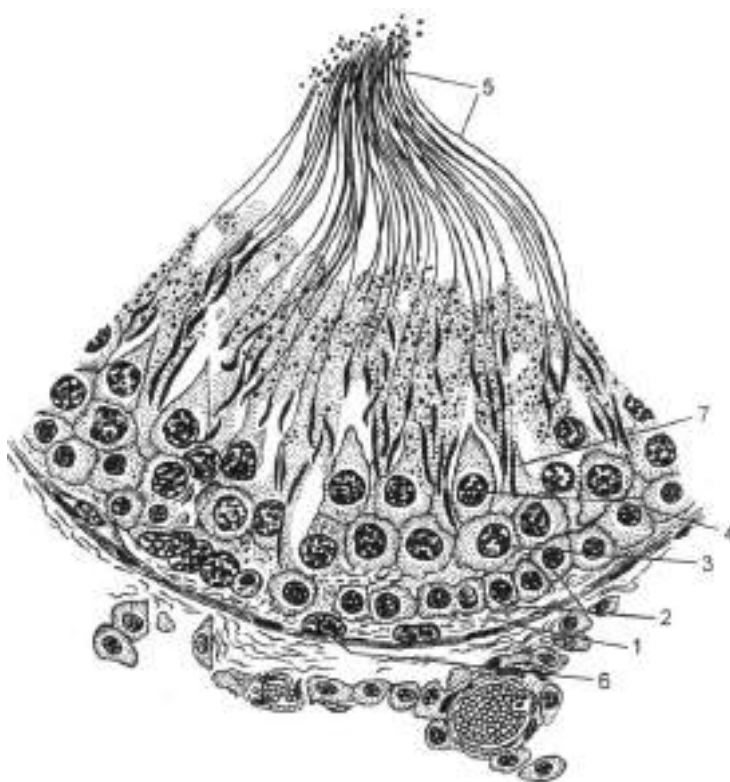


Рисунок 35 – Часть поперечного среза извитого семенного канальца:

- 1 – волокнистый слой; 2 – сперматогонии; 3 – сперматоциты 1 порядка;
  - 4 – сперматоциты 2 порядка; 5 – сперматозоиды; 6 – фолликулярная клетка (клетка Сертоли); 7 – сперматиды
- (Н. В. Чебышев, 2005).

Зона размножения представлена наружным слоем стенки семенного канальца. Слой состоит из относительно мелких округлых клеток с небольшим ядром – сперматогоний. Между этими клетками видны единичные сустептоциты, играю-

шие роль в проведении питательных веществ. Они отличаются крупными размерами, пирамидальной формой (основание прилежит к оболочке семенного канальца, вершина направлена к просвету канальца), крупным ядром с малым содержанием хроматина.

Зона роста – следующий ряд клеток, расположенных ближе к просвету канальца. Зона роста состоит из наиболее крупных клеток округлой формы с очень крупными, но рыхлыми ядрами (цитоплазма видна лишь в виде узкого ободка, окружающего ядро). Это сперматоциты I порядка.

Зона созревания находится еще ближе к просвету канальца. Составляющие ее клетки (сперматоциты II порядка) меньше сперматоцитов I порядка. Они обладают компактными, интенсивно окрашенными, но небольшими ядрами. В этой же зоне видны сперматиды – мелкие сферические клетки с темноокрашенным ядром в форме вытянутого треугольника и почти неразличимой цитоплазмой.

В зоне формирования происходит превращение сперматид в зрелые сперматозоиды. Последние выходят в просвет канальца. Обратите внимание, что головки сперматозоидов обращены к просвету канальцев, а длинный хвостовой отдел – к периферии канальца (рис. 35, 5).

В зависимости от того, на каком уровне прошел срез через семенной каналец отмечается наличие сперматозоидов в его просвете.

Зарисуйте (крупно) строение одного сектора семенника, включающего 1-2 семенных канальца. На рисунке должны быть обозначены: 1) семенной каналец; 2) оболочки семенника; 3) оболочки семенного канальца; 4) сперматогонии; 5) сперматоциты I порядка; 6) сперматоциты II порядка; 7) сперматиды; 8) сперматозоиды.

#### **Задание 5. Изучение мазка из спермы морской свинки.**

На готовых микропрепаратах сначала при малом, затем при большом увеличении рассмотрите сперматозоид и найдите головку, шейку, среднюю часть, хвостовой отдел. Значительную часть головки занимает ядро. Обратите внимание на акросому, которая наблюдается на головке между наружной мембраной и ядром.

Зарисуйте препарат. На рисунке должны быть обозначены: 1) головка сперматозоида; 2) ядро; 3) акросома; 4) шейка сперматозоида; 5) средняя часть сперматозоида; 6) хвостовой отдел сперматозоида.

### **Задание 6. Изучение строения яичника млекопитающего.**

Строение яичника и последовательные стадии созревания фолликулов изучите на готовом микропрепарате, используя микроскоп «Биолам».

Обратите внимание, что основная масса структурных компонентов яичника, фолликулов, сосредоточена по его наружному краю (корковая зона). В центральной части располагаются соединительная ткань и кровеносные сосуды (рис. 36).

Найдите фолликулы различной степени зрелости. Самый молодой фолликул представлен яйцеклеткой, окруженной несколькими (3-4) фолликулярными клетками. Крупная яйцеклетка имеет округлую форму и большое ядро. Уплощенные фолликулярные клетки содержат пунктирные ядра.

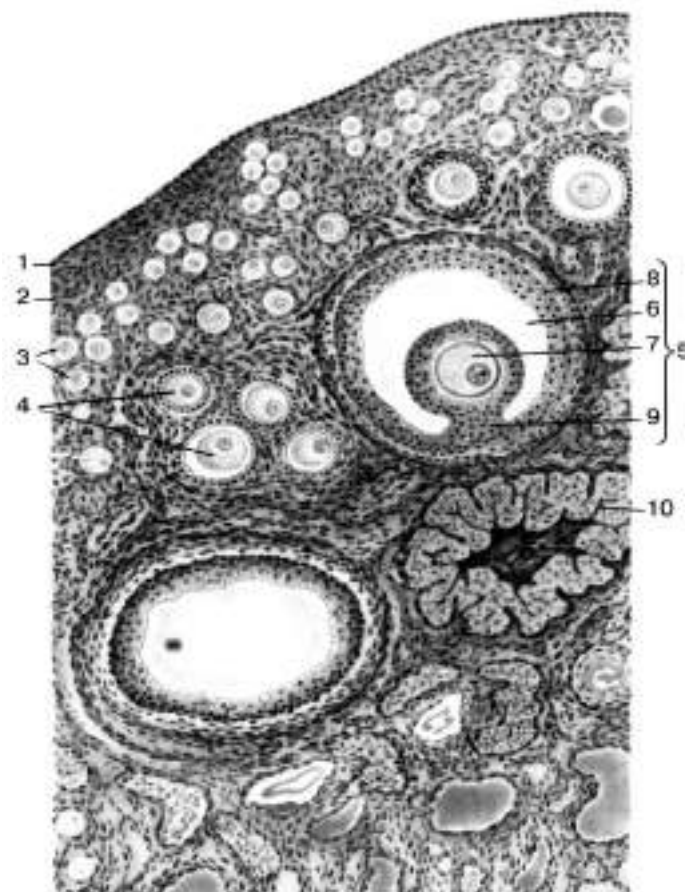


Рисунок 36 – Яичник млекопитающего:

1 – оболочка; 2 – соединительнотканная строма; 3 – примордиальные фолликулы; 4 – вторичные фолликулы; 5 – третичный зрелый фолликул (граафов пузырек); 6 – фолликулярная жидкость; 7 – овоцит; 8 – тека фолликулов; 9 – яйценосный бугорок; 10 – желтое тело (Н. В. Чебышев, 2005).

Следующий этап развития фолликула – яйцеклетка, окруженная одним слоем из 10-12 фолликулярных клеток кубической формы, с округлыми ядрами. По мере дальнейшего созревания фолликула количество слоев фолликулярных клеток вокруг яйцеклетки постепенно увеличивается, а внутри фолликула образуется полость.



Найдите зрелый фолликул. Этот фолликул наиболее крупный. В полость, заполненную фолликулярной жидкостью, вдается яйценосный бугорок, на котором располагается созревающая яйцеклетка.

Обратите внимание, что зрелые фолликулы располагаются у поверхности яичника. Благодаря этому при овуляции яйцеклетка через разрыв оболочки яичника попадает в брюшную полость.

Найдите желтое тело. Его легко узнать по крупным клеткам, имеющим желтоватую окраску цитоплазмы. Желтое тело намного крупнее фолликула и окружено соединительнотканной оболочкой.

Функциональные элементы заключены в соединительнотканную строму.

Сравните величину яйцеклетки и других клеток яичника.

Зарисуйте яичник (крупно) с основными структурными элементами. На рисунке должны быть обозначены: 1) яичник; 2) оболочка; 3) корковый слой; 4) созревающие фолликулы; яйцеклетка, фолликулярные клетки, полость фолликула; 5) зрелый фолликул; 6) желтое тело; 7) соединительнотканная строма.

Для конкретизации знаний о развитой форме полового размножения у высокоорганизованных организмов, выявите черты сходства и различия между мужскими и женскими гаметам и объясните это с учетом выполняемой функции. Данные занесите в таблицу 8 «Строение и функции гамет».

Таблица 8 – Строение и функции гамет

Показатель	Яйцеклетка	Сперматозоид
Сходство в строении, функциях		
Различия в строении, функциях		

**Задание для самоподготовки. 1.** Изучить материал по теме и ответить на следующие вопросы: 1) перечислить структурные элементы метафазной хромосомы; 2) объяснить биологическое значение митоза; 3) охарактеризовать процессы, проходящие в клетке в различные периоды митотического цикла; 4) представить классификацию форм размножения организмов; 5) раскрыть особенности и биологическую сущность бесполого и полового размножения; 6) объяснить особенности мейоза и дать характеристику его фаз; 7) охарактеризовать особенности строения женских и мужских половых клеток.

## ТЕМА 7. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ ОРГАНИЗМОВ И ИХ ЦИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

**Цель.** Изучить закономерности моногибридного и дигибридного скрещивания, научиться определять генотип и фенотип потомства по генотипу родителей; знать механизмы наследования некоторых признаков, не подчиняющихся законам Менделя, и уметь моделировать эти механизмы для правильного прогнозирования проявления признаков в потомстве; научиться выявлять признаки, сцепленные с полом и проявляющиеся в силу этого исключительно или преимущественно только у одного пола.

**Оборудование и материалы.** Таблицы: моногибридное скрещивание; дигибридное скрещивание; анализирующее скрещивание; взаимодействие аллельных и неаллельных генов; методические пособия.

**Порядок выполнения практической работы:** 1) решение задач, моделирующих закономерности моно- и дигибридного скрещивания и взаимодействия генов; 2) решение задач по сцеплению генов.

**Задание 1. Образование гамет при моно-, ди- и полигибридном скрещивании.**

*Задача 1.* Сколько типов гамет образуют особи с генотипом AA?, с генотипом Aa?, с генотипом bb?

*Задача 2.* Сколько типов гамет образует особь: а) гомозиготная по доминантному гену? б) гомозиготная по рецессивному гену? в) гетерозиготная?

*Задача 3.* Какие гаметы образует особь, имеющая генотип AABVCCDD?

**Задание 2. Определение генотипа и фенотипа потомков по генотипу родителей при моно- и дигибридном скрещивании.**

*Задача 1.* У томатов ген, определяющий красную окраску плодов, доминантен по отношению к гену желтой окраски. Полученный из гибридных семян 3021 куст томатов имел желтую окраску, 9114 – красную: а) сколько гетерозиготных растений в рассаде? б) относится ли признак (окраска томата) к менделирующим?

*Задача 2.* Ген черной окраски тела крупного рогатого скота доминирует над геном красной окраски. Какое потомство можно ожидать от скрещивания: а) гетерозиготных особей крупного рогатого скота? б) красного быка и гетерозиготных коров?

*Задача 3.* У человека ген, вызывающий одну из форм наследственной глухонемоты, рецессивен по отношению к гену нормального слуха: а) какова вероятность рождения больных детей от брака гетерозиготных родителей? б) от брака глухонемой женщины с нормальным мужчиной родился глухонемой ребенок. Определите генотип родителей.

*Задача 4.* У морских свинок вихрастая (розеточная) шерсть (Р) доминирует над гладкой (р), а черная окраска тела (В) над белой (b). Гомозиготная розеточная черная свинка скрещена с гладкошерстной белой свинкой: а) какой генотип и фенотип будет у потомства  $F_1$  и  $F_2$ ? б) какая часть розеточных черных особей потомства  $F_2$  будет гомозиготна по обоим признакам?

*Задача 5.* У человека близорукость (М) доминирует над нормальным зрением (m), а карие глаза (В) – над голубыми (b): единственный ребенок близоруких кареглазых родителей имеет голубые глаза и нормальное зрение. Определите генотипы всех трех членов этой семьи.

*Задача 6.* У крупного рогатого скота ген комолости доминирует над геном рогатости, а ген черного цвета над красным. Обе пары генов не сцепленные: а) скрещивается гетерозиготный по обоим признакам черный комолый бык с такой же коровой. Какими окажутся телята? б) в хозяйстве от 1000 рогатых красных коров получено 984 теленка, из них красных – 472, комолых – 483, рогатых – 501. Определите генотипы родителей и процент черных телят.

### **Задание 3. Определение генотипа родителей по фенотипу потомков.**

*Задача 1.* У мухи дрозофилы серый цвет тела доминирует над черным. При скрещивании серых и черных мух в потомстве половина особей имела серую окраску, половина – черную: а) определите генотипы родительских форм; б) подчиняется ли наследование окраски тела дрозофилы законам Менделя?

*Задача 2.* При скрещивании норок коричневого и голубовато-серого цвета получен приплод, все особи которого имели коричневую окраску. При скрещивании зверьков первого поколения получен приплод, в котором 167 норок имели коричневый цвет, а 58 – голубовато-серый: а) какой ген, коричневой окраски или голубовато—серой, является доминантным? б) относится ли этот признак (окраска меха норки) к менделирующим?

**Задание 4. Взаимодействие неаллельных генов.**

*Задача 1.* При скрещивании сортов перца, имеющих желтые и коричневые плоды, в  $F_1$  все плоды были красные. При дальнейшем скрещивании  $F_1$  между собой в  $F_2$  оказались 350 красных, 112 коричневых, 118 желтых и 35 зеленых. По какому типу идет наследование окраски плодов? Сколько типов гамет могло быть у гибридов в  $F_1$ ? Сколько генотипов могло быть в  $F_2$  от данного скрещивания? Укажите генотип зеленого перца? Сколько растений в  $F_2$  могут быть гомозиготными по двум генам?

*Задача 2.* У лошадей вороная масть определяется геном  $V$ , рыжая –  $v$ . Ген  $C$  обуславливает серую масть и является эпистатичным по отношению к генам  $V$  и  $v$ . Рecessивная аллель  $c$  не влияет на проявление масти у лошадей.

Скрещивали серых лошадей, имеющих генотип  $CCVV$ , с рыжими ( $ccvv$ ). Получили 12 гибридов  $F_1$ . От спаривания маток  $F_1$  с жеребцами такого же генотипа в разные годы было получено 32 потомка. Сколько гибридов  $F_1$  могли иметь серую масть? Сколько фенотипических классов могло быть в  $F_2$ ? Сколько гибридов  $F_2$  могли иметь серую масть? Сколько в  $F_2$  могло быть гомозиготных генотипов по двум генам? Сколько гибридов  $F_2$  могли иметь рыжую масть?

*Задача 3.* Среди овец встречаются длиннохвостые (24 позвонка) и короткохвостые (10 позвонков). Допустим, различия в длине хвоста зависят от двух пар генов с однозначным действием. Генотип длиннохвостых овец  $V_1V_1V_2V_2$ , короткохвостых –  $v_1v_1v_2v_2$ . Спаривали гомозиготных длиннохвостых овец с гомозиготными короткохвостыми. Определить дозу гена  $V$  у длиннохвостых овец. Определить дозу гена  $v$  у короткохвостых овец. Определить число позвонков у ягнят в  $F_1$ .

Указать генотип гибрида  $F_1$ . Сколько позвонков будет у гибридов  $F_2$  при генотипе  $B_1b_1b_2b_2$ ?

**Задание 5. Наследование, сцепленное с полом.**

*Задача 1.* Ген окраски глаз у мухи дрозофилы находится в X-хромосоме. Красные (нормальные) глаза (W) доминируют над белоглазием (w). Определите фенотип и генотип у потомства  $F_1$ , если скрестить белоглазую самку с красноглазым самцом?

*Задача 2.* У человека цветовая слепота обусловлена рецессивным геном (w), а нормальное зрение – его доминантным аллелем (W). Ген цветовой слепоты расположен в X-хромосоме. Y-хромосома не имеет соответствующего локуса и не содержит гена, контролирующего цветное зрение: а) женщина, страдающая дальтонизмом, вышла замуж за мужчину с нормальным зрением. Каким будет восприятие цвета у сыновей и дочерей этих родителей? б) от брака родителей с нормальным зрением родился ребенок, страдающий дальтонизмом. Определите генотипы родителей; в) женщина с нормальным зрением, отец, который был дальтоником, вышла замуж за мужчину с нормальным зрением. Установите вероятность рождения ребенка с цветовой слепотой.

*Задача 3.* Ген H детерминирует у человека нормальную свертываемость крови, а h – гемофилию. Женщина, гетерозиготная по гену гемофилии, вышла замуж за мужчину с нормальной свертываемостью крови: а) определите фенотип и генотип детей, которые могут родиться от такого брака; б) по какому типу происходит наследование признака?

**Задание для самоподготовки.** Изучить материал по теме и ответить на вопросы: 1) раскрыть сущность законов Менделя (I, II, III), дать их формулировки; 2) представить цитологическое обоснование «чистоты гамет»; 3) доказать независимость наследования признаков, на основании какого закона выведена эта закономерность; 4) объяснить отклонения в наследовании признаков от закона Менделя: множественный аллелизм, формы взаимодействия аллельных и неаллельных генов; 5) раскрыть механизм генетического определения пола; 6) объяснить механизм наследования, сцепленного с полом.

## **ТЕМА 8. УЧЕНИЕ О МИКРО- И МАКРОЭВОЛЮЦИИ.АНТРОПОГЕНЕЗ. МЕСТО ЧЕЛОВЕКА В СИСТЕМЕ ЖИВОТНОГО МИРА. СОСТАВЛЕНИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЗОРА.**

**Цель.** Изучить сущность и закономерности микро- и макроэволюции, принципы видообразования; закономерности и движущие силы антропогенеза, положение человека в животном мире.

**Оборудование и материалы.** Гербарии, муляжи, чучела животных, коллекции насекомых; таблицы, методические пособия, учебники.

**Порядок выполнения практической работы.**Изучить: 1) понятие о микро- и макроэволюции; 2) элементарную единицу микроэволюции – популяцию, её показатели; 3) предпосылки и формы естественного отбора; 4) пути эволюции, ведущие к биологическому прогрессу; 5) место человека в системе животного мира; 6) основные этапы эволюции человека; 7) расы человека, их происхождение.

### **Задание 1. Изучение морфологических особенностей растений различных видов.**

1. Рассмотрите растения двух видов, запишите их названия, составьте морфологическую характеристику растений каждого вида, т.е. опишите особенности их внешнего строения (особенности листьев, стеблей, корней, цветков, плодов).

2. Сравните растения двух видов, выявите черты сходства и различия. Чем объясняются сходства (различия) растений?

### **Задание 2. Изучение приспособленности организмов к среде обитания.**

1. Определите среду обитания растений и животных, предложенных для исследования.

2. Выявите черты приспособленности к среде обитания.

3. Выявите относительный характер приспособленности.

4. На основании знаний и движущих силах эволюции объясните механизм возникновения приспособлений.

**Задание 3. Изучение ароморфозов (у растений) и идиоадаптаций (у насекомых).**

1. Рассмотрите растения: водоросль, мох, папоротник, веточку сосны или ели, цветковое растение – назовите имеющиеся у них органы.

2. Выявите черты усложнения в строении растений этих отделов и раскройте их значение. Определите, по какому направлению шла эволюция растений от водорослей до покрытосеменных.

3. Рассмотрите насекомых разных отрядов (чешуекрылые, прямокрылые, двукрылые и др.), выявите в их строении черты сходства и различия. Сделайте вывод о направлении эволюции насекомых.

4. Опишите идиоадаптации у насекомых рассматриваемых отрядов, раскройте их эволюционное значение.

**Задание 4. Изучение структуры популяции.**

При помощи учебника охарактеризуйте структуру популяции. Заполните таблицу 15.

Таблица 15 – Структура популяции

Структура	Основные характеристики	Определение и примеры
Возрастная		
Половая		
Размерная		
Генетическая		

**Задание 5. Изучение форм борьбы за существование.**

Охарактеризуйте формы борьбы за существование, заполнив таблицу 16.

Таблица 16 – Формы борьбы за существование

Форма борьбы	Результат борьбы	Примеры из царства животных	Примеры из царства растений

### Задание 6. Сравнить искусственный и естественный отбор.

На основании материала учебника и лекции заполните таблицу 17.

Таблица 17 – Сравнительная характеристика искусственного и естественного отбора

Показатели	Искусственный отбор	Естественный отбор
Исходный материал для отбора		
Отбирающий фактор		
Путь изменений: благоприятных неблагоприятных		
Характер действия		
Результат отбора		
Формы отбора		

### Задание 7. Изучение соотношения микро- и макроэволюционных процессов.

Объясните сущность макроэволюции. Охарактеризуйте соотношение макро- и микроэволюционных процессов. Заполните таблицу 18.

Таблица 18 – Характеристика микро- и макроэволюции

Характеристика	Микроэволюция	Макроэволюция
Движущие силы		
Действует на уровне систематических групп		
Продолжительность		
Пример		

### Задание 8. Изучение ароморфозов в эволюции животных.

Используя знания по зоологии, отметьте важнейшие ароморфозы в эволюции животных. Запишите в виде таблицы.

Таблица 19 – Важнейшие ароморфозы в эволюции животных

Ароморфоз	В какой систематической группе возникает	Значение для эволюции



**Задание для самоподготовки.** Изучить материал по теме и ответить на следующие вопросы: 1) дайте определение популяции и внутривидовых группировок; 2) какими показателями характеризуется популяция? 3) назовите предпосылки действия естественного отбора; 4) охарактеризуйте основные формы естественного отбора; 5) дайте понятие «половой отбор». Каковы результаты действия полового отбора? 6) приведите примеры приспособленности организмов к условиям существования; 7) дайте определение вида и ареала вида; 8) на основе каких форм изоляции происходит видообразование? 9) какие основные направления эволюции организмов существуют; 10) раскройте содержание понятий «аналогия», «гомология», «дивергенция», «конвергенция».

**Задание 9. Напишите в альбоме систематическое положение человека.**

**Задание 10. Сравнение человека и человекообразных обезьян.**

По материалам учебника рисункам найти черты сходства и различия человека с человекообразными обезьянами, сделать выводы и результаты работы оформить в виде таблицы.

Таблица 20 – Сходство и различие человека и человекообразных обезьян

Черты сходства	Черты различия	Выводы

**Задание 11. Охарактеризуйте влияние биологических и социальных факторов на антропогенез. Сделайте вывод.**

**Задание 12. Изучение этапов эволюции человека.**

Используя материал учебника и настоящего пособия, охарактеризуйте признаки предков современного человека. Заполните таблицу 21.

В процессе становления человека условно выделяют три стадии:

- Древнейшие люди;
- Древние люди;
- Современные люди.

**Гоминиды и прегоминоиды.**

**Сивапитек** – человекообразная обезьяна. Обитал в третичный период – 15 млн. лет назад. Останки обнаружены в Гималаях.

**Рамапитек** – человекообразная обезьяна. Жил 14-8 млн. лет назад. Останки обнаружены в Гималаях. Рост – 100-110 см, вес – 18-22 кг, объем мозга – 350-380 см<sup>3</sup>.

**Австралопитек** – среднее положение между человекообразной обезьяной и человеком. Жил 5,5 млн. лет назад. Останки обнаружены в южной и восточной Африке. Рост – 120-130 см, масса тела – 30-40 кг, объем мозга – 500-600 см<sup>3</sup>. Виды: зинджантроп, парантроп, плезиантроп.

#### **Древнейшие люди.**

**Человек умелый** (презинджантроп) – обитал 2,5-1,5 млн. лет назад. Останки обнаружены в Африке (Эфиопия). Рост – 125 см, масса тела – около 30 кг, объем мозга – 430-530 см<sup>3</sup>. Создавал орудия из камня, жилища из веток.

**Питекантроп** – человек прямоходящий. Жил 1,9 млн. – 650 тыс. лет назад. Рост – 150-160 см, объем мозга – 900-1100 см<sup>3</sup>. Останки обнаружены в Азии, Европе, Африке. Синантропы, останки которых обнаружены в Китае, по строению очень сходны с питекантропами.

#### **Древние люди.**

**Неандерталец** – подвид человека разумного (*Homo sapiens neandertalensis*). Жил 140 – 40 тыс. лет назад. Рост – 160-170 см, объем мозга – 1400-1700 см<sup>3</sup>. Останки обнаружены на всех континентах. Неандертальцы жили племенами, общались при помощи речи, изготавливали орудия труда и охоты, одежду, оставили предметы культуры.

#### **Первые современные люди.**

**Кроманьонец** – не отличался от современного человека (*Homo sapiens sapiens*). Останки обнаружены в пластах, возраст которых датируется 30 – 35 тыс. лет, на всех континентах, кроме Антарктиды. Рост – до 190 см, объем мозга – 1600-1800 см<sup>3</sup>. Выявлены расовые отличия: предки европейцев – кроманьонцы; негроидов – боскопские люди; монголоидов – люди верхней пещеры.

Таблица 21 – Этапы эволюции человека

Стадии антропогенеза	Представители	Время существования и распространение	Признаки, особенности жизнедеятельности	Рост, вес, объем мозга
Гоминиды и прегоминоиды				
Древнейшие люди				
Древние люди				
Современные люди				

**Задание 13. Заполните таблицу «Рудименты и атавизмы человека».**

Таблица 22 – Рудименты и атавизмы человека

Рудимент и атавизм человека	Каким нормально развитым органам животных соответствует	У каких животных встречается?

**Задание 14. Заполните таблицу «Основные признаки рас».**

Таблица 23 – Основные признаки рас

Признаки	Европеоидная	Монголоидная	Негроидная
Цвет кожи			
Цвет и форма волос			
Цвет и форма глаз			
Форма челюстей			
Рост			
Эпикантус (складка верхнего века, прикрывающая слезный проток)			
Особенности строения носа			
Толщина губ			
Области распространения			

**Задание для самоподготовки.** Изучить материал по теме и ответить на следующие вопросы: 1) назовите признаки человека, позволяющие установить его родство с животными; 2) от каких обезьян возникла эволюционная ветвь, ведущая к человеку? 3) в каком направлении действовал естественный отбор в процессе эволюции человека? 4) какие стадии выделяют в процессе становления человека как вида? 5) охарактеризуйте современный этап эволюции человека; 6) охарактеризуйте основные признаки рас, их происхождение.

## ТЕМА 9. ОСНОВЫ ПОПУЛЯЦИОННОЙ ЭКОЛОГИИ. ПОТОКИ ВЕЩЕСТВА И ЭНЕРГИИ В ЭКОСИСТЕМЕ

**Цель.** Изучить основные характеристики популяций, взаимодействия между популяциями в биоценозе, структуру и энергетiku экосистем.

**Оборудование и материалы.** Плакаты, методические пособия.

**Порядок выполнения практической работы.** Используя методические разработки: 1) выполните расчеты по популяционной экологии; 2) рассчитайте изменение биомассы на разных трофических уровнях в водной экосистеме; 3) изучите потоки энергии в луговой экосистеме; 4) рассчитайте изменение биомассы на разных трофических уровнях в водной экосистеме; 5) изучите потоки энергии в луговой экосистеме.

**Задание 1.** Используя знания о биотическом потенциале и популяционных характеристиках, выполните расчеты по предложенным задачам.

**Задача 1.** В одной кладке березовой пяденицы насчитывается 250 яиц. Половина из вылупляющихся особей – самки. В год каждая самка делает по 2 яйцекладки. Сколько бабочек будет через 7 лет при условии, что сохраняются все особи? Рассчитайте массу бабочек, появившихся за 7 лет, если масса одной особи – 0,1 г. Какова была бы численность бабочек через 7 лет, если бы выживало 2 % особей из числа отложенных яиц?

**Задача 2.** Большое Чистое озеро в Калифорнии служило местом отдыха, в частности рыбной ловли. В 1940-е гг. нарушение естественной экосистемы из-за эвтрофикации (обогащение питательными веществами) привело к увеличению численности популяций комаров до 20000 особей.

В 1949, 1954 и 1957 гг. по водному зеркалу озера и на прилегающей территории были распылены инсектициды из группы хлорорганических соединений. В результате первой и второй обработок (1949, 1954 гг.) было уничтожено 99 % насекомых, но численность популяции быстро восстановилась. Третья обработка (в 1957 г.) практически не повлияла на численность комаров, погибло 5 %.

При исследовании тканей небольших рыб, выловленных в озере, установлено, что содержание инсектицида в мышцах составляет 1-200 весовых единиц на 1 млн. весовых единиц биомассы рыб (ед./млн.), в жировой ткани – 40-2500.

Популяция западных поганок (около 1000 особей), кормившаяся рыбой, полностью погибла. Содержание хлорорганических соединений в их жировых тканях составило 1600 ед./млн.

1. Объясните, почему не удалось уничтожить всех комаров после первой и второй обработок? почему в результате третьей обработки погибло только 5 % комаров? Рассчитайте, за какой срок восстановится численность популяции комаров, если известно, что одна самка откладывает 200 яиц, в теплый сезон сменяется 3 генерации, дорепродуктивная смертность составляет 90 %.

2. Было замечено, что многие животные погибают от отравления ядохимикатами в те периоды, когда им не хватает пищи. Объясните причины.

**Задача 3.** Осенью каждая самка нерки (рыба из семейства лососевых) откладывает 3200 икринок на мелководьях. Следующей весной 640 мальков, выведшихся из отложенной икры, выходят в озеро вблизи отмели; уцелевшие 64 серебрянки (мальки постарше) живут в озере один год, а затем мигрируют в море. Две взрослые рыбы (уцелевшие из числа серебрянок) возвращаются к местам нереста спустя 2,5 года; они нерестятся и погибают.

Подсчитайте смертность для нерки в каждом из следующих периодов:

- а) от откладки икры до переселения мальков в озеро спустя шесть месяцев;
- б) за 12 месяцев жизни в озере;
- в) за 30 месяцев от выхода из озера до возвращения к местам нереста.

Нарисуйте кривую выживания нерки в этой водной системе (зависимость процента выживших особей от возраста). Какова величина дорепродуктивной смертности среди этого вида лососевых?

**Задание для самоподготовки.** Изучить материал по разделу «Популяционная экология», ответить на вопросы: 1) дайте определение популяции и ареала; 2) представьте классификацию, свойства и структуру популяций; 3) объясните, чем обусловлены различия между популяциями одного вида, обитающими в раз-

ных частях обширного ареала; 4) назовите причины, способствующие формированию экологической изоляции между популяциями одного вида.

**Задание 2.** На рисунке 45 представлены результаты изучения сезонной динамики биомассы продуцентов и консументов в озере. Изучив рисунок, ответьте на вопросы.

1. Используя данные, представленные на графике, постройте пирамиды биомассы по сезонам года.

2. Представьте соотношение численности на разных трофических уровнях по сезонам года в виде пирамиды чисел, учитывая, что биомасса одной особи фитопланктона в среднем составляет  $0,001 \text{ г/м}^3$ , зоопланктона –  $0,05 \text{ г/м}^3$ , плотвы –  $30 \text{ г/м}^3$ , щуки –  $150 \text{ г/м}^3$ .

3. Чем можно объяснить:

- 1) весеннее увеличение биомассы фитопланктона;
- 2) быстрое падение ее в летние месяцы;
- 3) увеличение осенью;
- 4) уменьшение зимой?

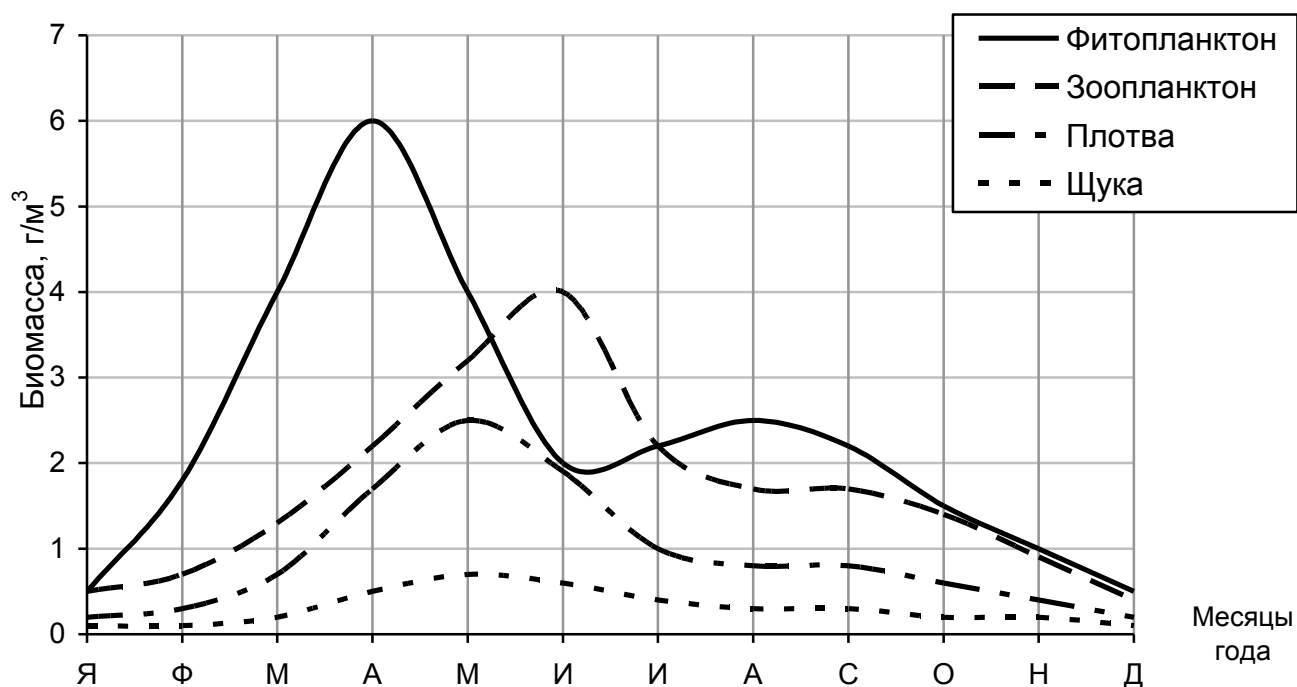


Рисунок 45 - Изменение биомассы продуцентов и консументов в озере в течение года.

**Задание 3.** Изучите потоки энергии (кДж на 1 м<sup>2</sup> в год) в луговой экосистеме, представленной на рисунке 46 и ответьте на вопросы.

1. Какова валовая первичная продукция злаков и разнотравья?
2. Какова эффективность фотосинтеза (т.е. преобразования поступающей солнечной энергии в общую продукцию)?
3. Чему равна чистая продукция птиц, питающихся семенами, паукообразных и кузнечиков (по отдельности)?
4. Сколько энергии теряется при дыхании и выделении фекалий у полевых мышей?
5. Какие организмы являются продуцентами, первичными консументами и вторичными консументами?
6. Какие организмы относятся к гетеротрофам?
7. Назовите возможные пути для потоков энергии.



Рисунок 46 – Поток энергии через небольшую часть луговой экосистемы (Н. Грин, У. Стаут, Д. Тейлор, 1990).

Примечание.  $1856 \cdot 10^6$  – часть солнечной энергии, которая отражается и переходит в тепловую.



8. Используя значения чистой продукции на разных трофических уровнях, постройте пирамиду энергии.

9. Оцените эффективность преобразования валовой продукции в чистую у различных консументов (в %), входящих в луговую экосистему.

**Задание для самоподготовки.** Изучить материал по разделу «Экология сообществ и экосистем» и ответить на вопросы: 1) дайте определения понятиям «биоценоз», «биогеоценоз», «экосистема»; 2) охарактеризуйте биотические отношения в биоценозе; 4) опишите структуру биогеоценоза: видовую, трофическую, пространственную; 5) назовите условия устойчивости и смены экосистем.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / О. П. Мелехова, Е. И. Сарапульцева, Т. И. Евсеева и др.; под ред. О. П. Мелеховой и Е. И. Сарапульцевой. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – С. 74-79.
2. Богданова, Т. Л. Биология: задания и упражнения. Пособие для поступающих в вузы / Т. Л. Богданова. – М.: Высшая школа, 1991. – 350 с.
3. Грин, Н. Биология / Н. Грин, У. Стаут, Д. Тейлор. – М.: Мир, 1990. – Т. 3. – 327 с.
4. Гусев, М. В. Микробиология / М. В. Гусев, Л. А. Минеева. – М.: Академия, 2003. – 464 с.
5. Зубина, Э. М. Практикум по общей биологии / Э. М. Зубина, А. И. Осиповский. – М.: Медицина, 1965. – 226 с.
6. Любавская, А. Я. Практикум по дендрологии / А. Я. Любавская. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2006. – 212 с.
7. Пехов, А. П. Биология с основами экологии / А. П. Пехов. – М.: Лань, 2005. – 688 с.
8. Практикум по общей биологии с основами генетики / Под ред. В. В. Маховко. – М.: Медицина, 1968. – 352 с.
9. Руководство к лабораторным занятиям по биологии / Под ред. Ю. К. Богоявленского. – М.: Медицина, 1988. – 320 с.
10. Руководство к лабораторным занятиям по биологии и экологии / Под ред. Н. В. Чебышева. – М.: ОАО «Издательство «Медицина», 2005. – 400 с.
11. Яблоков, А. В. Эволюционное учение / А. В. Яблоков, А. Г. Юсуфов. – М.: Высшая школа, 1976. – 331 с.

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»**

**ФАКУЛЬТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОТЕХНОЛОГИИ**

**КАФЕДРА ЗООТЕХНИИ И БИОЛОГИИ**

**А. И. Новак, О. А. Федосова**

# **ЗООЛОГИЯ**

**Учебное пособие для проведения лабораторных занятий и  
самостоятельной работы обучающихся направления подготовки  
06.03.01 Биология**

**Рязань, 2019**

Учебное пособие разработано с учётом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 07 августа 2014 года, приказ № 944.

Учебное пособие составлено доктором биологических наук, профессором А. И. Новак; кандидатом биологических наук, доцентом О. А. Федосовой.

В учебном пособии представлены систематика и краткая характеристика основных таксономических групп животных, методика выполнения лабораторных работ по дисциплине «Зоология»; сформулированы вопросы и задания для самостоятельной работы обучающихся.

Учебное пособие предназначено для обучающихся очной формы обучения по направлению подготовки 06.03.01 Биология.

Рецензенты: доктор биологических наук, профессор  
ФГБОУ ВО РГАТУ А. С. Емельянова;  
кандидат биологических наук,  
доцент кафедры зоотехнии и биологии  
ФГБОУ ВО РГАТУ Г. В. Уливанова.

Учебное пособие рассмотрено на заседании кафедры зоотехнии и биологии, протокол № 1 от «30» августа 2019 г.



Заведующий кафедрой И. Ю. Быстрова

Учебное пособие одобрено учебно-методической комиссией по направлению подготовки 06.03.01 Биология, протокол № 1 от «30» августа 2019 г.



Председатель учебно-методической комиссии О. А. Федосова

## СОДЕРЖАНИЕ

с.

Лабораторное занятие № 1. Особенности строения Саркодовых и Жгутиковых .....	4
Лабораторное занятие № 2. Особенности строения споровиков и инфузорий .....	11
Лабораторное занятие № 3. Особенности строения Кишечнополостных .....	17
Лабораторные занятия № 4. Внешнее и внутренне строение Плоских червей. Особенности строения Ресничных червей, или Турбеллярий. ....	22
Лабораторные занятия № 5. Изучение особенностей строения Трематод, или Сосальщиков с использованием современного оборудования .....	23
Лабораторные занятия № 6. Особенности строения Ленточных червей .....	28
Лабораторное занятие № 7. Изучение особенностей строения Круглых червей .....	38
Лабораторное занятие № 8. Особенности строения Кольчатых червей .....	46
Лабораторное занятие № 9. Особенности строения Моллюсков.....	58
Лабораторное занятие № 10. Особенности строения Ракообразных и Паукообразных .....	67
Лабораторное занятие № 11. Изучение внешнего и внутреннего строение Насекомых.....	79
Лабораторное занятие № 12. Ланцетник – представитель низших хордовых	90
Лабораторное занятие № 13. Морфология круглоротых .....	94
Лабораторное занятие № 14. Особенности морфологии хрящевых рыб .....	98
Лабораторное занятие № 15. Особенности морфологии костных рыб .....	103
Лабораторное занятие № 16. Морфология земноводных. Определение земноводных, их описание и классификация.....	108
Лабораторное занятие № 17.. Морфология пресмыкающихся.Определение пресмыкающихся, их описание и классификация. ....	113
Лабораторное занятие № 18. Морфология птиц. Определение птиц, их описание и классификация.....	116
Лабораторное занятие № 19. Морфология млекопитающих. Определение млекопитающих, их описание и классификация. ....	123
Список использованной литературы.....	127

## Лабораторное занятие № 1

### Особенности строения Саркодовых и Жгутиковых

**Цель.** Изучить видовое разнообразие саркодовых и жгутиковых, особенности их строения и жизнедеятельности.

**Оборудование и материалы.** Микроскопы «Биолам»; предметные и покровные стекла, пипетки, марлевые салфетки, препаровальные иглы, фильтровальная бумага; микропрепараты: амёбы протей, дизентерийной амёбы, арцеллы, диффлюгии, эвглёны зелёной, вольвокса, трипаносомы; чистая культура корненожек, эвглёны зелёной и вольвокса; таблицы и методические пособия.

#### Особенности строения Саркодовых

*Систематическое положение объекта:*

<b>Царство</b>	Животные	Zoa
<b>Подцарство</b>	Простейшие	Protozoa
<b>Тип</b>	Саркомастигофоры	Sarcomastigophora
<b>Подтип</b>	Саркодовые	Sarcodina
<b>Класс</b>	Корненожки	Rhizopoda
<b>Отряд</b>	Амебы	Amoebina
<b>Виды</b>	Амеба протей	Amoeba proteus
	Амеба дизентерийная	Entamoeba histolytica
<b>Отряд</b>	Раковинные амебы	Testacea
<b>Виды</b>	Арцелла	Arcellasp.
	Диффлюгия	Diffflugiasp.
<b>Отряд</b>	Фораминиферы	Foraminifera

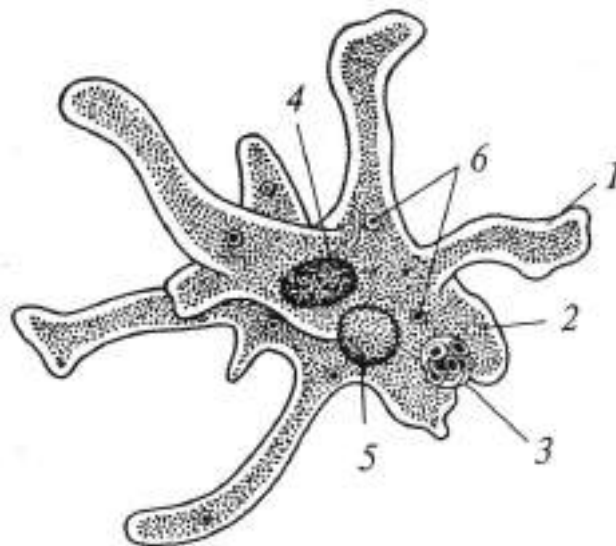
**Задание 1.** Рассмотрите в капле культуры, помещенной на предметное стекло, живых амеб (*Amoeba proteus*) при малом увеличении микроскопа. Понаблюдайте движение амебы, обратите внимание на изменение формы тела и образование псевдоподий. Сравните их с амебами протей на постоянных микропрепаратах.

Зарисуйте общий вид амебы с натурального объекта. Обозначьте эктоплазму, эндоплазму, пищеварительные вакуоли, сократительную вакуоль, ядро, вакуоли с экскреторными кристаллами, псевдоподии.

**Изготовление препарата.** Нанесите на предметное стекло пипеткой небольшую каплю культуры с амебами. Закройте покровным стеклом, дайте амебам успокоиться от сотрясений (избегайте их при последующей работе). Найдите амебу при малом увеличении микроскопа и наблюдайте за ее передвижением. Для получения более отчетливого изображения затемните слегка поле зрения при помощи диафрагмы и конденсора.

**Изучение препарата.** Передвигая препарат, поставьте одну из амеб в поле зрения и рассмотрите ее при большом увеличении микроскопа. Видно, что амеба (рисунок 1) не имеет постоянной формы тела – это комочек уплотненной к поверхности протоплазмы («голая» амеба), от которого отходят постоянно меняющиеся выросты – псевдоподии (ложноножки). Число и форма их

непостоянны: они могут появляться, расти, исчезать и снова возникать в другом месте. Псевдоподии служат и для передвижения, и для захватывания пищи. Наблюдайте за амёбой в течение нескольких минут; обратите внимание, что движение происходит очень медленно и состоит в перетекании амёбы с одного места на другое. Наталкиваясь на пищевую частицу (микроскопические водоросли, кучки бактерии и т. п.), амёба обтекает ее, пока пища не окажется в эндоплазме.



1 – эктоплазма; 2 – эндоплазма; 3 – заглатываемые пищевые частицы; 4 – ядро; 5 – сократительная вакуоль; 6 – пищеварительные вакуоли (В. А. Шапкин, 2005).

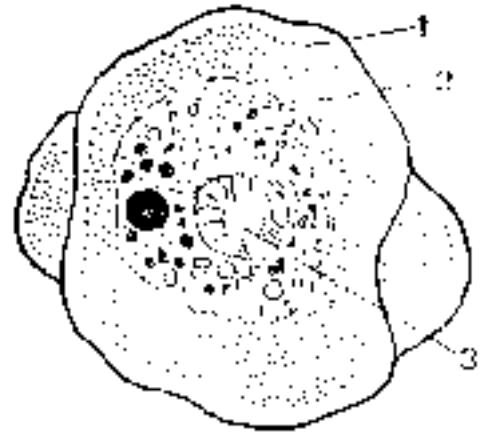
Рисунок 1 – Амёба протей.

Можно наблюдать, как вокруг пищевого комочка образуется пищеварительная вакуоль, содержащая ферменты, выделяемые эндоплазмой. Под воздействием ферментов пища переваривается и усваивается. Иногда видно, как пищеварительная вакуоль подходит к поверхности тела и, лопаясь, исчезает, выбрасывая наружу непереваженные остатки в любом участке тела.

Рассмотрите протоплазму. Она неоднородна, снаружи тело амёбы одето слоем прозрачной стекловидной эктоплазмой, под которой находится зернистая, более жидкая и очень подвижная темная эндоплазма. Эктоплазма одевает тело амёбы и защищает его от внешних воздействий. Регулируя освещение, рассмотрите в эндоплазме помимо пищеварительных вакуолей сократительную, или пульсирующую, вакуоль, которая представляет собой пузырек водянистой жидкости. Иногда видно, как вакуоль ритмично увеличивается и уменьшается в объеме (пульсирует). Сократительная вакуоль удаляет из протоплазмы избыток воды вместе с растворенными в ней вредными продуктами обмена веществ. Это органоид выделения и осморегуляции, не имеющий постоянного местоположения. С водой через сократительную вакуоль удаляется и растворенная углекислота. Так отчасти осуществляется и дыхание. В основном же оно происходит через всю поверхность тела. У живой амёбы светлое овальное ядро не всегда обнаруживается. Его можно рассмотреть на специальном окрашенном микропрепарате.

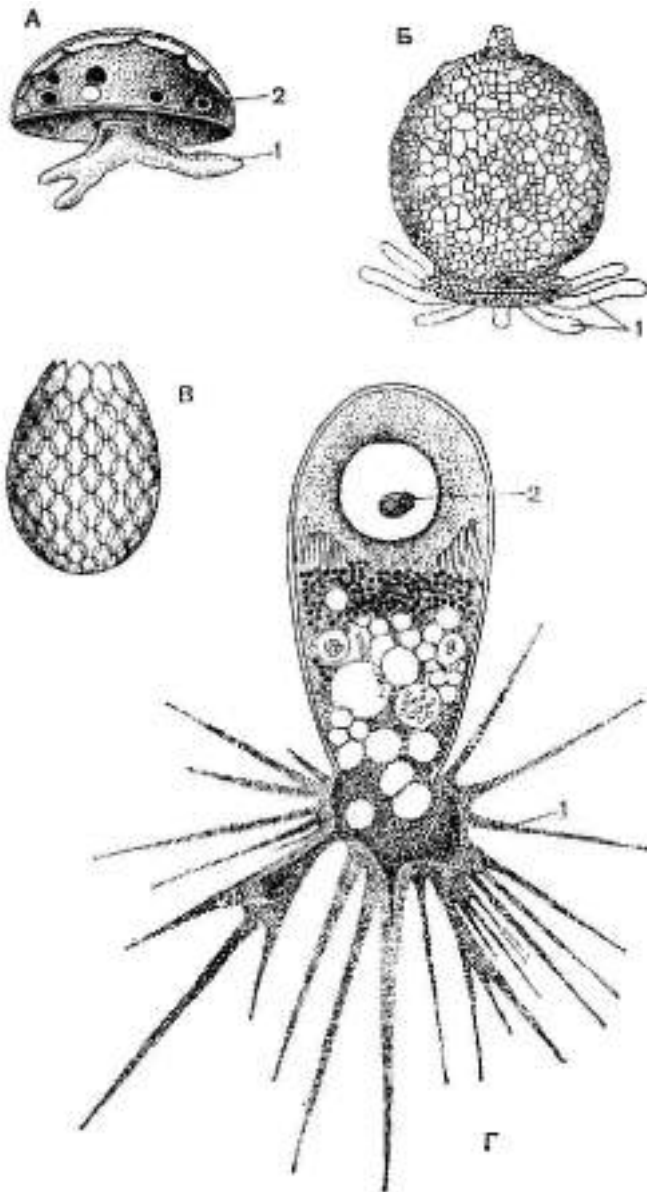
**Задание 2.** На постоянных микропрепаратах паразитической дизентерийной амёбы (*Entamoeba histolytica*) изучите форму тела, короткие и широкие псевдоподии, хорошо различимые экто- и эндоплазму.

1 – эктоплазма; 2 – эндоплазма; 3 – ядро  
(Ю. И. Полянский, 1987).  
Рисунок 2 – Амёба дизентерийная.



Эктоплазма дизентерийной амёбы в отличие от амёбы протей более светлая и занимает большое пространство, псевдоподии короткие (рисунок 2). Установите местоположение ядра.

**Задание 3.** На постоянных микропрепаратах и рисунке 3 рассмотрите раковинных амёб – арцеллу (*Arcellasp.*), диффлюгию (*Diffflugiasp.*), эуглифу (*Euglyphasp.*). Обратите внимание на форму тела, отличительные особенности арцеллы и диффлюгии (рисунок 3).



Зарисуйте общий вид арцеллы и диффлюгии. Обозначьте их раковины, псевдоподии, устья и ядра.

Зарисуйте общий вид арцеллы и диффлюгии. Обозначьте их раковины, псевдоподии, устья и ядра.

А – арцелла, вид сбоку; Б – диффлюгия; В – раковинка эуглифы; эуглифа с псевдоподиями; 1 – псевдоподии; 2 – ядро (Ю. И. Полянский, 1987).  
Рисунок 3 – Раковинные амёбы.

**Задание 4.** Рассмотрите фораминифер. Зарисуйте однокамерную раковинку. Отметить на рисунке устье раковины.

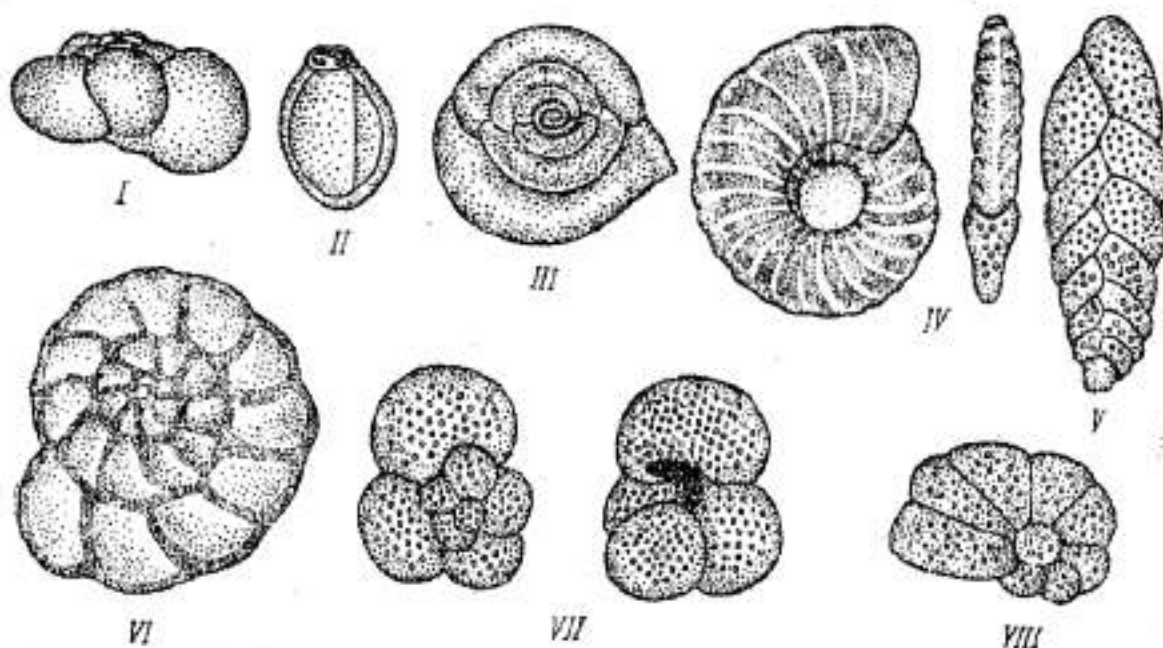
*Изучение препарата.* Рассмотрите при малом увеличении микроскопа несколько готовых препаратов с раковинами фораминифер разных видов (рисунок 4). Обратите внимание, что раковины отличаются исключительным разнообразием формы. У некоторых раковина од-

чаются исключительным разнообразием формы. У некоторых раковина од-



нокамерная мешковидной, трубчатой, звездчатой или спиральной формы. Найдите устье раковины, через которое у живых фораминифер высовываются псевдоподии. У большинства видов раковина состоит из нескольких камер, соединенных между собой отверстиями, – это многокамерные фораминиферы. Среди них чаще всего встречаются формы с прямыми и спирально-закрученными раковинами. Многокамерные фораминиферы в молодом возрасте бывают однокамерными – новые камеры нарастают по мере развития корненожки; последняя камера открывается устьем.

У многих фораминифер, помимо устья, вся раковина пронизана мелкими порами, через которые у живых фораминифер высовываются наружу псевдоподии. Большой частью это длинные тонкие переплетающиеся между собой нити протоплазмы.



I – Trochammina inflata; II – Triloculina trigonula; III – Spiroloculina limbata; IV – Operculina ammonoides; V – Bolvinapunctata; VI – Rotatiabecarii; VII – Globigerinabulloides; VIII – Anomalina punctatula (Е. А. Веселов, 1979).

Рисунок 4 – Различные виды морских раковинных амеб фораминифер.

### Особенности строения Жгутиковых

#### Систематическое положение объекта:

<b>Царство</b>	Животные	Zoa
<b>Подцарство</b>	Простейшие	Protozoa
<b>Тип</b>	Саркомастигофоры	Sarcomastigophora
<b>Подтип</b>	Жгутиконосцы	Mastigophora
<b>Класс</b>	Растительные жгутиконосцы	Phytomastigophorea
<b>Отряд</b>	Эвгленовые	Euglenida
<b>Вид</b>	Эвглена зелёная	Euglenaviridis

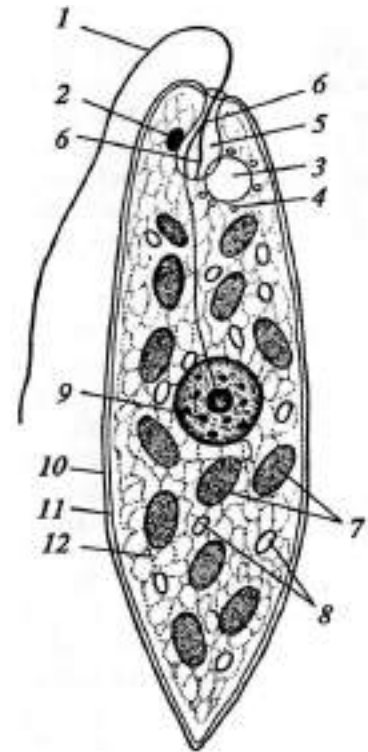
<b>Отряд</b>	Вольвоксовые
<b>Вид</b>	Вольвокс золотистый
<b>Класс</b>	Животные жгутиконосцы
<b>Отряд</b>	Кинетопластыды
<b>Вид</b>	Трипаносома

Volvocida
Volvox aureus
Zoomastigophorea
Kinetoplastida
Trypanosomasp.

**Задание 5.** Рассмотрите постоянные микропрепараты эвглены зеленой при большом увеличении микроскопа. Отметьте форму тела, передний и задний концы, расположение жгутика. Сравните изучаемые органеллы с рисунком 5. Зарисуйте общий вид эвглены зеленой. Обозначьте общее расположение органоидов ее тела (ядро, сократительная вакуоль, хроматофоры, жгутик, стигма, пелликула, экто- и эндоплазма, парамилловые зерна).

1 – жгутик; 2 – стигма; 3-5 – органоид выделения (3 – сократительная вакуоль, 4 – собирательные, или приводящие, вакуоли, 5 – резервуар); 6 – раздвоенное основание жгутика; 7 – хроматофоры; 8 – парамилловые зерна, 9 – ядро; 10 – пелликула; 11 – эктоплазма; 12 – эндоплазма (В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 5 – Строение Эвглены зелёной *Euglenaviridis*.



**Задание 6.** Рассмотрите каплю воды с вольвоксами (за неимением живых вольвоксов взять фиксированный материал). Рассмотрите и зарисуйте 1-2 колонии. Обратите внимание на форму и строение колонии. Рассмотрите соматические и генеративные клетки, дочерние шары внутри вольвокса.

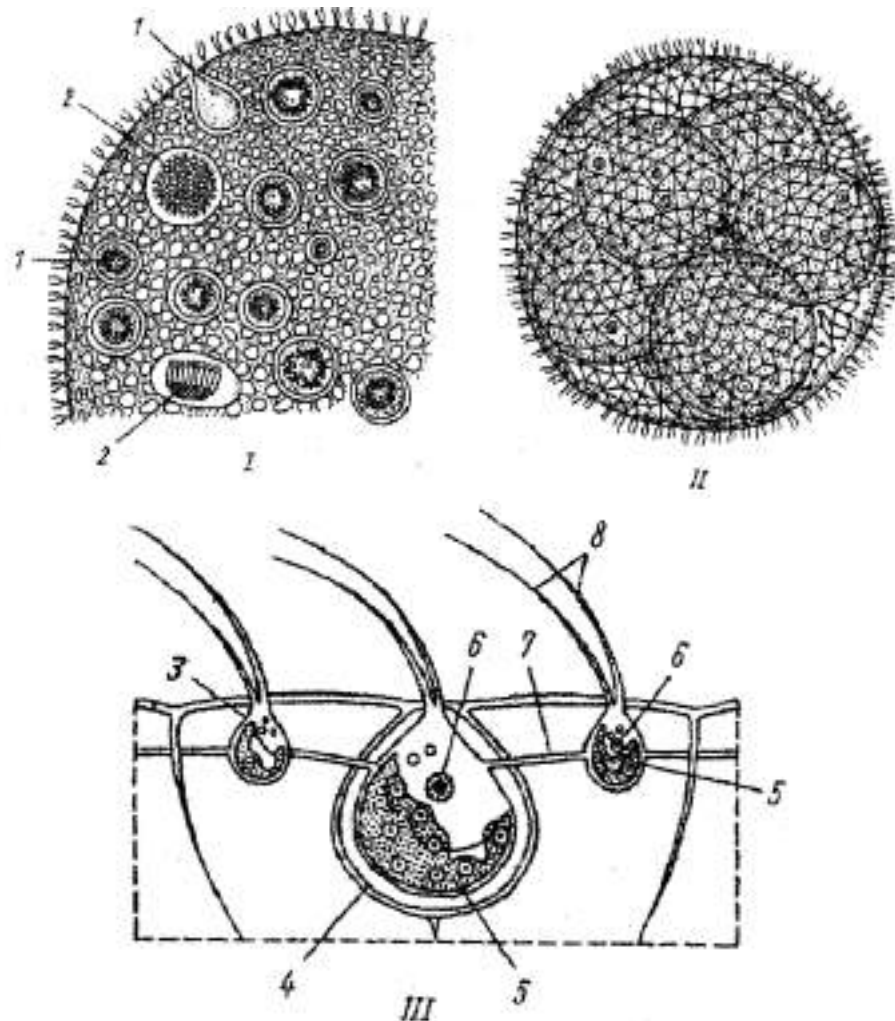
**Изготовление препарата.** Каплю воды с вольвоксами перенесите пипеткой из пробирки на предметное стекло, и, не накрывая покровным, рассмотрите колонии вольвокса при малом увеличении микроскопа.

**Изучение препарата.** Рассмотрите колонии, состоящие из большого количества особей (500-20 000) (рисунок 6).

Обратите внимание, что вольвокс имеет форму полого шара диаметром 0,5-2 мм. Стенка шара состоит из студенистого вещества, в которое погружены отдельные особи – члены колонии. Иногда в полости материнского шара видны шары меньшего размера – это дочерние вольвоксы.

Клетки, образующие вольвокс, не все одинаковы. Для ознакомления с их структурой накройте препарат покровным стеклом и, слегка придавив его препаровальной иглой (раздавите вольвокс), рассмотрите при большом увеличении микроскопа, вращая микрометрический винт. Огромное большинство членов колонии – мелкие вегетативные, или соматические, клетки, обеспечивающие движение, питание и рост вольвокса. Рассмотрите их. Они обладают грушевидной формой; у каждой есть хроматофор, ядро, стигма, со-

кратительные вакуоли и 2 жгутика. Согласованное действие жгутиков всех соматических клеток вызывает вращательное и поступательное движение колонии, которая медленно «катится» в воде. Клетки соединены между собой протоплазматическими мостиками.



I – *Volvox globator*, участок стенки тела с гаметами; II – *Volvox aureus*, общий вид вольвокса (внутри материнского шара – шесть дочерних); III – стенка вольвокса при большом увеличении: 1 – макрогамета; 2 – микрогаметы; 3 – вегетативная особь; 4 – генеративная особь; 5 – хроматофоры; 6 – ядро; 7 – протоплазматический мостик, соединяющие отдельные клетки вольвокса; 8 – жгутики (Е. А. Веселов, 1979).

Рисунок 6 – Вольвокс.

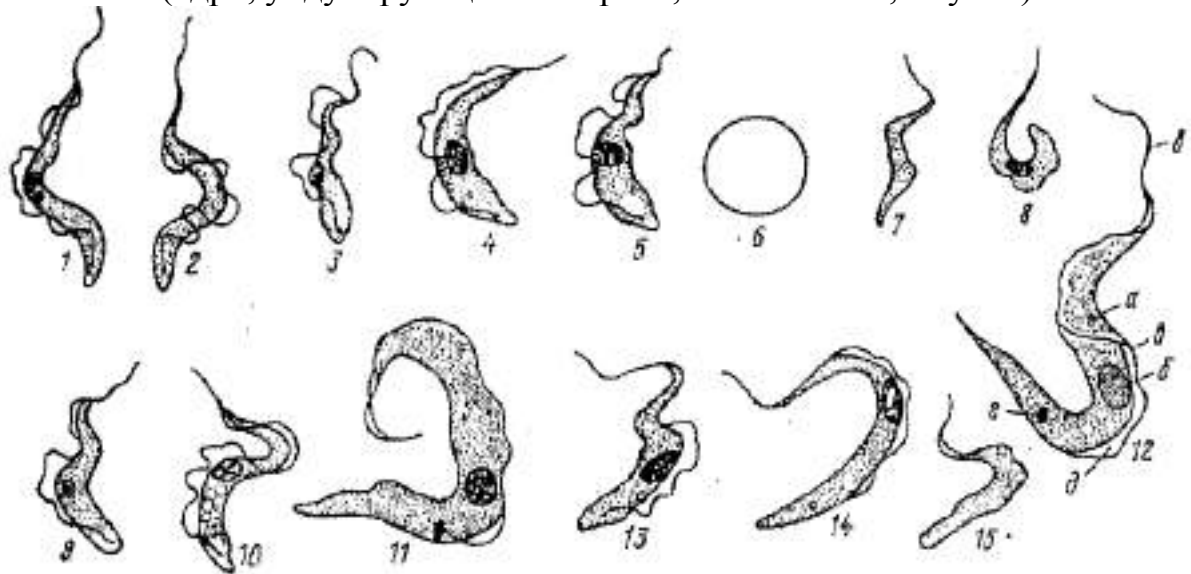
Найдите в колонии небольшое количество генеративных клеток, выполняющих функцию размножения. У некоторых вольвоксов в полости материнского шара видны дочерние колонии, которые образовались из генеративных клеток путем многократного деления и остались в полости материнской колонии. Впоследствии материнская колония вольвокса погибает.

Из небольшой же части генеративных клеток возникают половые клетки: часть их превращается в макрогаметы (яйцевые клетки), другие после многократного деления образуют микрогаметы (мужские половые клетки). В результате слияния микрогаметы с макрогаметой получается зигота (оплодотворенная яйцевая клетка), дающая начало новой колонии. Зарисуйте мате-

ринский вольвокс с дочерними шарами и кусочек стенки тела вольвокса с половыми клетками.

**Задание 7.** Рассмотрите при большом увеличении микроскопа постоянный микропрепарат – мазок крови человека, содержащий микроскопические лентовидные трипаномы (*Trypanosoma sp.*) в окружении розовых телец – эритроцитов. Изучите форму тела, жгутик, ундулирующую мембрану. Сравните рассматриваемые трипаномы с рисунком 7.

Зарисуйте внешний вид трипаномы. Обозначьте расположение органоидов ее тела (ядро, ундулирующая мембрана, кинетопласт, жгутик).



1-5 – возбудители сонной болезни человека; 6 – эритроцит человека; 7, 8 – *Trypanosoma macrushi*; 9 – *T. brucei*; 10 – *T. evansi*; 11 – *T. melaphagium*, непатогенная форма в крови овец; 12 – *T. telleri*; 13 – *T. equinum*; 14 – *T. equiperdum*; 15 – *T. lewisi* (а – протоплазма; б – ядро; в – жгутик; г – блефаропласт; д – ундулирующая мембрана) (Е. А. Веселов, 1979).

Рисунок 7 – Различные виды трипаносом.

### **Вопросы для самостоятельной подготовки.**

1. Какие признаки характерны для простейших?
2. По каким признакам можно установить видовую принадлежность амёб?
3. Каково систематическое положение амёбы протей, арцеллы, диффлюгии?
4. Каковы особенности строения клетки амёбы протей?
5. Каковы особенности строения и размножения раковинных корненожек?
6. Каковы морфофизиологические особенности паразитических амёб и их патогенное значение?
7. Какова роль корненожек в биогеоценозах?
8. Какие функции выполняет сократительная вакуоль у амёбы протей, арцеллы, диффлюгии?
9. Где обитают корненожки?
10. Приведите современную классификацию жгутиконосцев.

11. Почему растительных жгутиконосцев относят к животным?

12. Каковы особенности строения, размножения и значение растительных жгутиконосцев?

13. Назовите меры борьбы с заболеваниями, вызываемыми паразитическими жгутиконосцами, и их профилактики?

14. Какие существуют приспособления к паразитическому образу жизни у трипаномы?

**Объясните значение следующих терминов:** эктоплазма, эндоплазма, цитоплазма, кариоплазма, вакуоль, органоиды, псевдоподии, включения, метаболизм, изогамная копуляция, анизогамия, кариогамия, стигма, базальное тело, пелликула, включения, органеллы, кариоплазма, ундулирующая мембрана, хроматофоры, кинетопласт, микрогамета, макрогамета.

Выпишите термины и их значение в лабораторный журнал.

## Лабораторное занятие № 2

### Особенности строения споровиков и инфузорий

**Цель.** Изучить жизненные циклы споровиков, особенности их строения и жизнедеятельности, связанные с эндопаразитизмом; морфофизиологические особенности инфузорий на примере инфузории туфельки.

**Оборудование и материалы.** Микроскопы «Биолам»; предметные и покровные стекла, пипетки, марлевые салфетки, препаровальные иглы, фильтровальная бумага, йод; микропрепараты грегарины, эймерий, малярийного плазмодия, инфузории туфельки; культура инфузорий; таблицы и методические пособия.

#### Особенности строения Споровиков

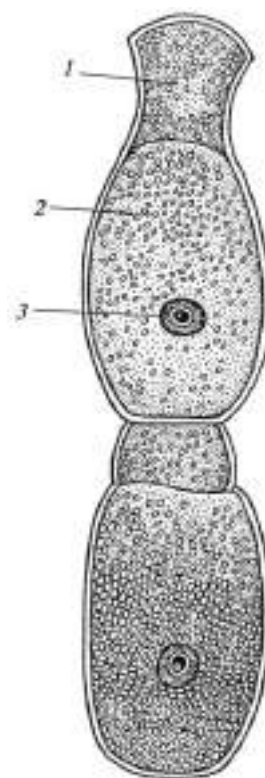
*Систематическое положение объекта:*

<b>Царство</b>	Животные	Zoa
<b>Подцарство</b>	Простейшие	Protozoa
<b>Тип</b>	Апикомплексы	Apicomplexa
<b>Класс</b>	Споровики	Sporozoa
<b>Отряд</b>	Грегарины	Gregarinida
<b>Подотряд</b>	Собственно грегарины	Eugregarinina
<b>Вид</b>	Грегарины	Gregarinasp.
<b>Отряд</b>	Кокцидии	Coccidiida
<b>Подотряд</b>	Эймериидные	Eimeriina
<b>Вид</b>	Эймерия большая	Eimeriamagna
<b>Подотряд</b>	Кровяные споровики	Haemosporina
<b>Вид</b>	Малярийный плазмодий	Plasmodiumvivax

**Задание 1.** Рассмотрите при малом и большом увеличении микроскопа постоянный препарат грегарин (*Gregarina* sp.) Строение тела грегарин сравните с рисунком 8. Рассмотрите тело грегарины при малом увеличении. Оно червеобразной формы и состоит из двух отделов: заднего – дейтомерита, в котором находится ядро, и переднего – протомерита.

1 – протомерит; 2 – дейтомерит; 3 – ядро (В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 8 – Грегарины, два гамонта, соединенные в сизигий.



Найдите при малом увеличении одиночных и сдвоенных, соединенных попарно, грегарин (сизигий). Рассмотрите сдвоенную грегарины и зарисуйте отделы тела каждой грегарины, найдите в дейтомерите прозрачное ядро.

Рассмотрите протоплазму, состоящую из жидкой зернистой эндоплазмы и более густой и прозрачной эктоплазмы. Эктоплазма образует перегородки, разделяющие тело грегарины на отделы. Эндоплазма непрозрачна из-за множества включенных в нее зерен углевода парагликогена – запасного питательного и строительного материала. На препарате видно, что наружная часть эктоплазмы уплотнена в кутикулу – прочную пленку, покрывающую тело грегарины и обеспечивающую сохранение постоянной формы тела. В эктоплазме под кутикулой располагаются тонкие плотные нити, имеющие опорное значение, – скелетные нити, и продольные и поперечные волокна, способные сокращаться, – мионемы.

Органоиды питания и дыхания, сократительная вакуоль у грегарин отсутствуют. Питание, дыхание и выделение происходят осмотически через пелликулу – всей поверхностью тела.

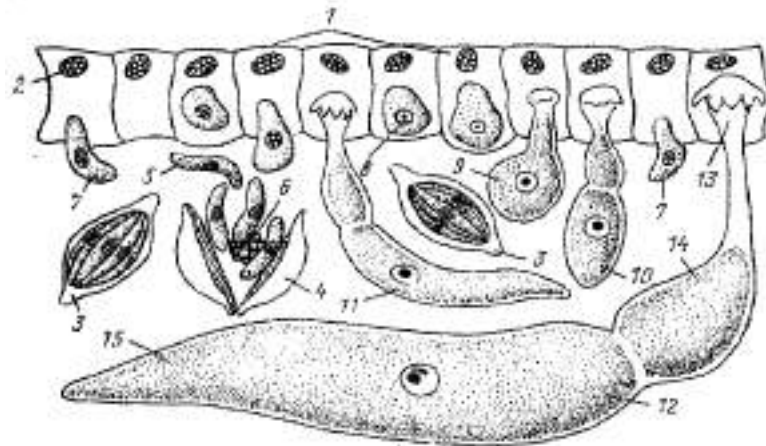
Передвигаются грегарины различными способами: некоторые виды – путем сокращения мионем, другие – по реактивному принципу: через многочисленные отверстия пелликулы из тела вытекают наружу тоненькие струйки жидкости, направлены назад, в результате тело паразита медленно и плавно (силой обратного толчка) продвигается передним концом вперед.

Изучите при большом увеличении микроскопа строение грегарины и внесите в сделанный рисунок обозначения деталей ее строения.

Изучите цикл развития грегарины по рисунку 9. Грегарины размножаются половым путем. Иногда можно обнаружить грегарин, соединенных попарно: одна из них прикрепляется к заднему концу другой. Это подготовка к половому размножению. Передняя особь обычно женская, задняя – мужская. Из протоплазмы и ядра каждой грегарины путем многократного кариокинетического деления образуется множество споробластов. Возникшие из женской особи-женские гаметы (половые клетки), из мужской особи – мужские.

Мужские и женские гаметы сливаются попарно (копулируют), образуя зи-

готу (оплодотворенную яйцевидную клетку), которая окружается плотной оболочкой, развиваясь в спору. Внутри каждой споры образуется 8 червеобразных спорозоитов.



1 – кишечные эпителиальные клетки с ядрами (2); 3 – спора; 4 – раскрывшаяся спора; 5 – спорозоиты; 6 – остаточное тело; 7 – внедрение спорозоита в эпителий; 8 – спорозоит в эпителиальной клетке; 9-12 – рост спорозоита и его превращение в грегарину; 13 – эпимерит; 14 – протомерит; 15 – дейтомерит (Е. А. Веселов, 1979).

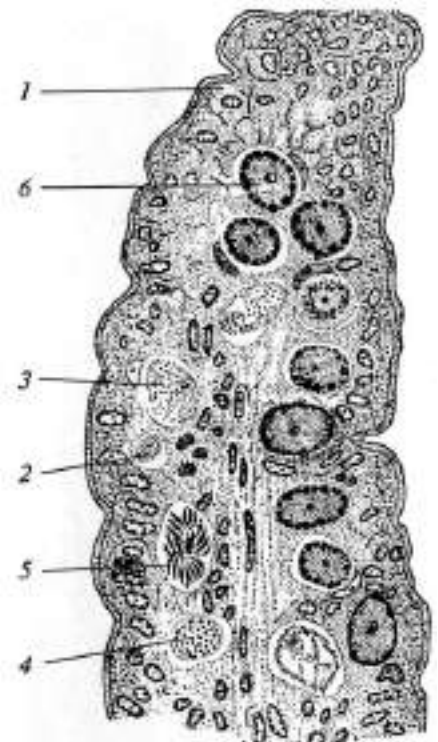
Рисунок 9 – Стадии развития кишечных грегарин.

В результате полового процесса каждая пара грегарин превращается в цисту с большим количеством спор, «начиненных» спорозоитами. Цисты с фекалиями хозяина попадают во внешнюю среду и служат для заражения других животных того же вида. При случайном заглатывании цист (например, с пищей) спорозоиты в кишечнике нового хозяина освобождаются от спор и внедряются в клетки эпителия кишечника. Спорозоит растет, превращаясь в грегарину, которая фиксируется к стенке кишечника эпимеритом. При наступлении зрелости спорозоита эпимерит отпадает, и паразит свободно живет в просвете кишечника.

**Задание 2.** Рассмотрите при малом и большом увеличении микроскопа постоянный микропрепарат, срез ворсинки кишечника кролика, зараженного эймериями (*Eimeriama-gna*) (рисунок 10).

1 – клетки эпителия кишечника кролика;  
2-5 – шизогония (2 – молодой шизонт;  
3 – деление ядра; 4 – шизонт с многочисленными ядрами; 5 – мерозоиты, образовавшиеся из шизонта);  
6 – макрогамета (В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 10 – Ворсинка кишечника кролика с эймериями на разных стадиях развития (увеличено).



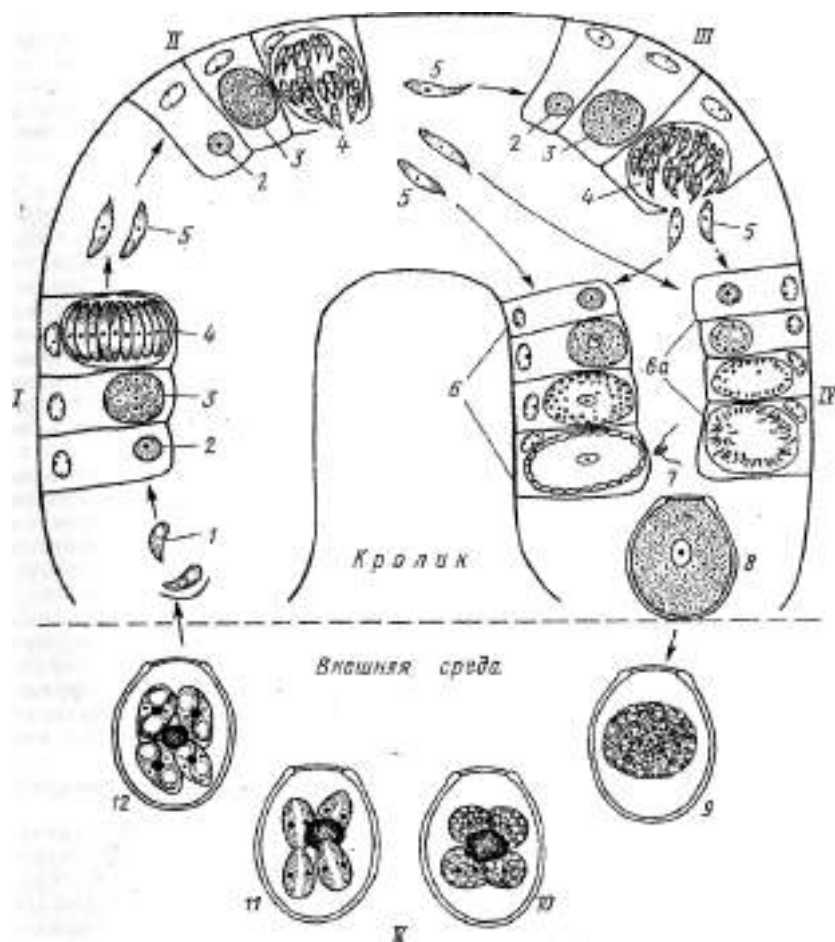
Найдите на микропрепарате одноядерный шизонт, стадию деления ядра и образование

микрогамет, шизонт с растущими мерозоитами.

Ознакомьтесь с жизненным циклом эймерий. Рассмотрите и зарисуйте различные стадии жизненного цикла.

*Изучение цикла развития эймерий по схеме.* При проглатывании с пищей ооцист эймерий, заключающих споры с зародышами – спорозоидами, у животных возникает заболевание эймериоз (рисунок 11).

В кишечнике хозяина оболочка ооцисты растворяется, оболочки спор лопаются и спорозоиды активно внедряются в эпителиальные клетки кишечника или печени, где начинают размножаться путем шизогонии. При делении шизонта на мерозоиды (от 8 до 60) эпителиальные клетки кишечника или печени разрушаются, из них выходят мерозоиды и проникают в новые клетки эпителия. Процесс шизогонии повторяется многократно. Интенсивность заражения зависит от количества спор, попавших в организм хозяина.



I – первый этап шизогонии; II – второй этап шизогонии; III – третий этап шизогонии; IV – гаметогония; V – спорогония (1 – спорозоиды; 2 – молодой шизонт; 3 – растущий шизонт с множеством ядер; 4 – шизонт, распавшийся на мерозоиды; 5 – мерозоиды; 6 – развитие макрогаметы; 6а – развитие микрогаметы; 7 – микрогаметы; 8 – ооциста; 9 – ооциста, приступающая к спорогонии; 10 – спороциста с четырьмя споробластами и остаточным телом; 11 – развитие споробластов; 12 – зрелые ооцисты с четырьмя спорами, в каждой споре по два спорозоида) (Е. А. Веселов, 1979).

Рисунок 11 – Цикл развития эймерий (*Eimeria magna*), паразитирующих у кролика.

Бесполовый процесс сменяется половым, который протекает том же хозяине.



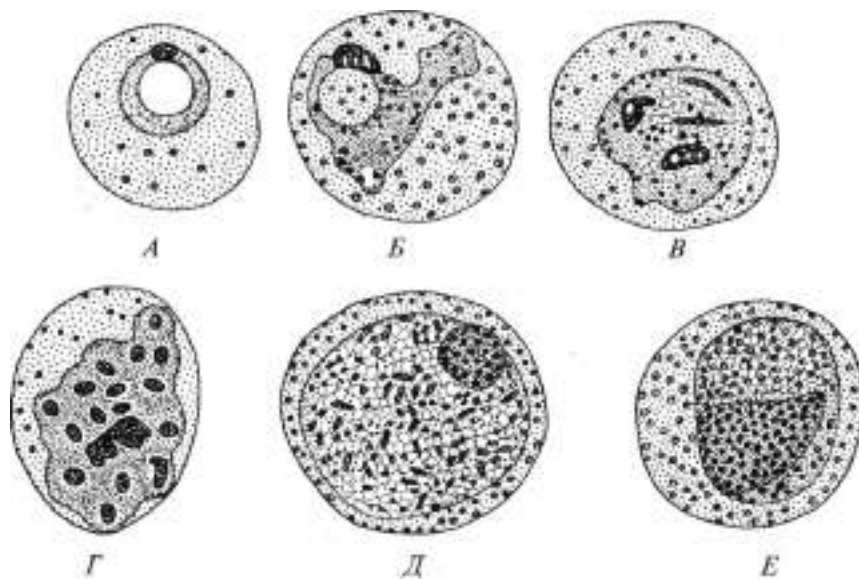
При половом процессе мерозоиты в эпителиальных клетках начинают превращаться в незрелые мужские и женские половые клетки (макро- и микрогаметоциты). Каждый макрогаметоцит, созревая, превращается в макрогамету. Микрогаметоцит, созревая, делится на микрогаметы. Затем происходит копуляция гамет и образуется зигота. Она покрывается оболочками и превращается в ооцисту. Ооцисты выпадают в просвет кишечника и вместе с экскрементами хозяина выбрасываются в наружную среду.

Для дальнейшего развития ооцист необходимы определенные температура, влажность и доступ кислорода из воздуха. В процессе деления внутри ооцисты образуются споробласты; они превращаются в споры, содержащие спорозоиты.

Зарисуйте ворсинку кишечника кролика с эймериями на различных стадиях развития. Обозначьте последовательные стадии развития. Сравните цикл развития эймерий с циклом развития малярийного плазмодия.

**Задание 3.** Рассмотрите при большом увеличении микроскопа микропрепарат мазка крови человека, в котором среди здоровых, розовых эритроцитов имеются темные, непросвечивающие. В них-то и развивается малярийный плазмодий (*Plasmodium vivax*) от растущего шизонта до образования макро- и микрогамонтов (рисунок 12).

Зарисуйте стадии развития малярийного плазмодия в эритроцитах крови человека.



А– типичное «кольцо»; Б– амёбодная форма (видна Шюффнера пятнистость);  
В– многоядерный растущий шизонт; Г – шизогония; Д – макрогамета;  
Е– микрогаметоцит (В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 12 –Стадии развития малярийного плазмодия.

## Особенности строения Инфузорий

Систематическое положение объекта:

Царство	Животные	Zoa
Подцарство	Простейшие	Protozoa
Тип	Инфузории	Ciliophora
Класс	Ресничные инфузории	Ciliata
Подкласс	Равноресничные инфузории	Holotricha
Отряд	Хименостоматиды	Hymenostomatida
Вид	Инфузория туфелька	Parameciumcaudatum

**Задание 4.** Поместите на предметное стекло каплю культуры с живыми инфузориями туфельками (*Parameciumcaudatum*). Рассмотрите при малом увеличении микроскопа форму тела, передний и задний концы тела, способ движения инфузории. На временно приготовленном микропрепарате рассмотрите при малом, затем при большом увеличении локомоторные органеллы – реснички инфузории туфельки.

Зарисуйте внешний вид парамеции, убитой йодом. Обозначьте реснички, оболочку, ядро.

Более закругленный суженный конец инфузории считается передним, заостренный – задним. Двигаются парамеции передним концом вперед и при этом вращаются вокруг продольной оси по ходу часовой стрелки. Поступательное движение обеспечивается синхронным веслообразным движением отдельных групп ресничек. Работа сменяющихся последовательно друг друга групп ресничек позволяет инфузориям двигаться вперед или назад.

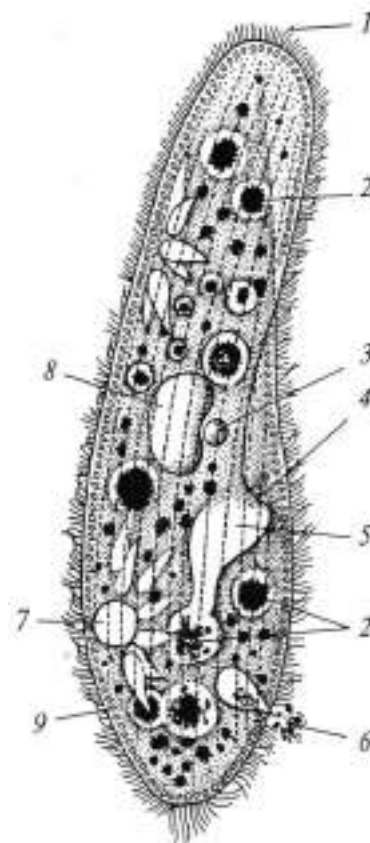
Всего равномерно расположенных ресничек на теле инфузории туфельки насчитывается более 10 тыс. Наиболее длинные реснички находятся на заднем (хвостовом) конце тела.

Рассмотреть реснички на живом материале практически невозможно. Заметными они становятся, если на предметное стекло у края покровного поместить каплю раствора йода. Раствор проникает под покровное стекло, убивает парамеций и окрашивает реснички, хорошо просматриваемые при большом увеличении.

- 1 – реснички; 2 – пищеварительные вакуоли;
- 3 – микронуклеус; 4 – ротовое отверстие; 5 – глотка;
- 6 – непереваренные остатки пищи, выбрасываемые наружу;
- 7 – резервуар сократительной вакуоли; 8 – макронуклеус;
- 9 – трихоцисты (В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 13 – Инфузория туфелька.

Общая организация *in vivo*.



**Задание 5.** Рассмотрите на рисунке 13 органоиды парамеции, обозначенные цифрами.

Зарисуйте общее строение парамеции и ее органоиды. Обозначьте реснички, пищеварительные вакуоли, микро- и макронуклеус, ротовое отверстие, глотку, резервуар сократительной вакуоли, трихоцисты и другие органоиды.

**Вопросы для самостоятельной подготовки.**

1. В чем отличие споровиков от паразитических жгутиконосцев?
2. Какие стадии развития выделяют в жизненном цикле споровиков?
3. Какие подвижные стадии споровиков Вам известны? Охарактеризуйте их.
4. Чем отличается циста от ооцисты в цикле развития грегаринов?
5. В чем разница между гаметогонией эймерий и гаметогонией малярийного плазмодия?
6. Каковы приспособления у мерозоитов (спорозоитов) для перфорирования оболочек клетки хозяина?
7. Назовите основные отличия спорогонии эймерий, грегаринов и малярийного плазмодия.
8. Как различаются зиготы грегаринов, эймерий и малярийного плазмодия?
9. Почему укокцидий споры образуются во внешней среде?
10. Каковы особенности движения инфузорий?
11. Почему инфузории считают высокоспециализированными одноклеточными?
12. Чем обусловлена постоянная форма тела инфузорий?
13. Какие типы размножения характерны для инфузории туфельки?
14. Как осуществляется у них процесс питания и пищеварения?
15. Каково строение и значение сократительных вакуолей инфузорий?

**Объясните значение следующих терминов:** мерозоит, микрогамонт, макрогамета, протомерит, дейтомерит, пелликула, сизигий, ооциста, зигота, споробласт, остаточное тело, споры, одноядерный шизонт, многоядерный шизонт, шизогония, перистом, реснички, эктоплазма, эндоплазма, трихоцисты, глотка, порошица, макронуклеус, микронуклеус, нейрофаны, аутогамия, эндомиксис, синкарион, редукционное деление, эквационное деление, гаметогамия, кариогамия.

Выпишите термины и их значение в лабораторный журнал.

### **Лабораторное занятие № 3** **Особенности строения Кишечнополостных**

**Цель.** Познакомиться со структурно-функциональными особенностями строения гидры, дать понятие о регенерации и лучевой симметрии; изучить особенности строения и жизнедеятельности сцифоидных медуз.

**Оборудование и материалы.** Микроскопы «Биолам»; микропрепараты: гидра пресноводная, продольный и поперечный срезы тела гидры; таблицы и

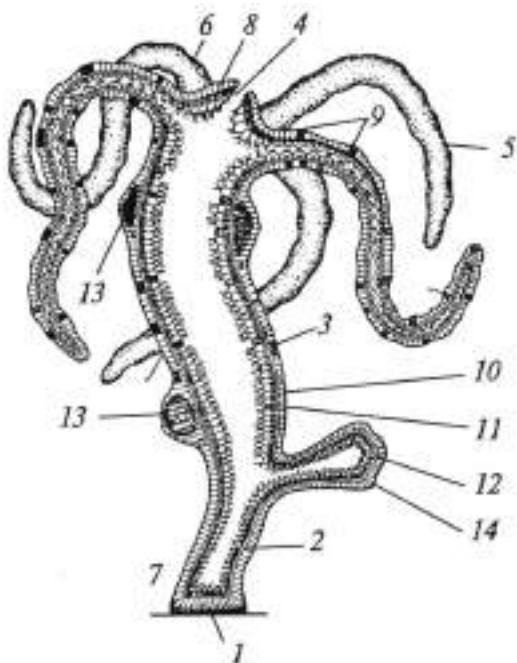
методические пособия.

### Особенности строения Гидроидных

Систематическое положение объекта:

<b>Царство</b>	Животные	Zoa
<b>Подцарство</b>	Многоклеточные	Metazoa
<b>Надраздел</b>	Эуметазои	Eumetazoa
<b>Раздел</b>	Лучистые	Radiata
<b>Тип</b>	Кишечнополостные	Coelenterata
<b>Класс</b>	Гидроидные	Hydrozoa
<b>Подкласс</b>	Гидроиды	Hydroidea
<b>Отряд</b>	Гидры	Hydrida
<b>Вид</b>	Гидра пресноводная	Hydraoligactis

**Задание 1.** Рассмотрите микропрепараты продольного разреза тела гидры пресноводной при малом увеличении микроскопа (рисунок 14). Изучите оральный и аборальный полюса, гастральную (кишечную) полость, переходящую в щупальца, эктодермальный и энтодермальный слой клеток.

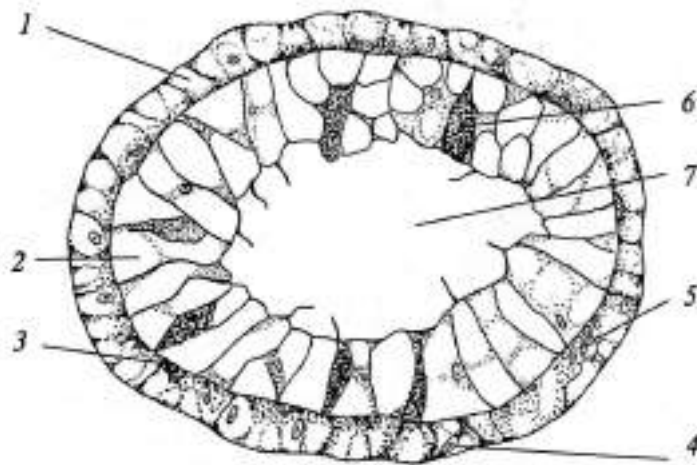


1 – подошва и место прикрепления гидры к субстрату; 2 – стебелек; 3 – туловищный отдел; 4 – отверстие пищеварительной полости; 5 – щупальца; 6 – оральный полюс; 7 – аборальный полюс; 8 – гипостом; 9 – стрекательные клетки; 10 – эктодерма; 11 – энтодерма; 12 – базальная пластинка; 13 – гонады; 14 – почка (В. А. Шапкин, 2005).  
Рисунок 14 – Гидра стебельчатая.

Сравните слои клеток на разных участках тела. Найдите сплошной промежуточный слой – опорную, или базальную, пластинку.

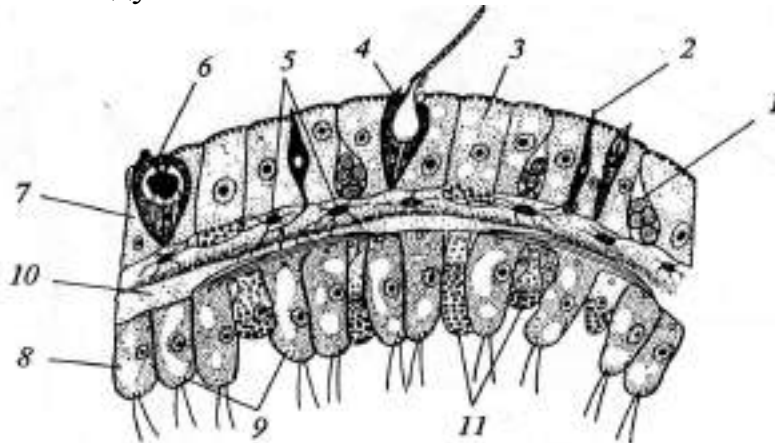
Зарисуйте общую форму тела, ротовое отверстие, щупальца со стрекательными клетками, подошву и кишечную полость.

**Задание 2.** При большом увеличении микроскопа рассмотрите поперечный срез тела гидры (рисунки 15, 16). Отчетливо видна стенка тела, ограничивающая со всех сторон кишечную полость. Она образована двумя слоями клеток: наружный – эктодерма, внутренний – энтодерма. Между ними залегает тонкий неклеточный слой – мезогля. Мезогля является продуктом выделения клеток эктодермы и энтодермы, имеет опорное значение.



1 – эктодерма; 2 – энтодерма;  
3 – опорная пластинка;  
4 – стрекательная капсула; 5 – группа  
интерстициальных клеток;  
6 – железистая клетка;  
7 – гастральная полость  
(В. А. Шапкин, 2005).  
Рисунок 16 – Поперечный разрез  
гидры пресноводной.

Экто- и энтодерма образованы несколькими типами клеток, которые отличаются морфофункциональными особенностями. При большом увеличении микроскопа рассмотрите на срезе эктодерму, крупные клетки энтодермы и тонкую мезоглею между ними.



1 – интерстициальная клетка; 2 – нервная клетка; 3 – эктодермальная эпителиально-мускульная клетка; 4 – стрекательная клетка с развернутой стрекательной нитью; 5 – отростки нервных клеток в мезоглее; 6 – стрекательная клетка; 7 – эктодерма; 8 – энтодерма; 9 – энтодермальные эпителиально-мускульные клетки; 10 – опорная пластинка (мезоглея); 11 – железистые клетки (В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 15 – Структурные элементы на фрагменте поперечного разреза через стенку тела гидры.

Основную массу клеток эктодермы и энтодермы составляют эпителиально-мускульные клетки, имеющие кубическую или цилиндрическую форму. В энтодерме они крупнее, обладают жгутиком и способны образовывать псевдоподии. У кишечнополостных пища только частично переваривается в кишечной полости (полостное пищеварение); мелкие пищевые частицы захватываются псевдоподиями эпителиальных клеток энтодермы и перевариваются в протоплазме клеток (внутриклеточное пищеварение).

На некоторых препаратах в гастральной полости гидры видны остатки переварившейся пищи. Зарисуйте поперечный срез гидры.

При внимательном рассмотрении препарата в эктодерме обнаруживаются

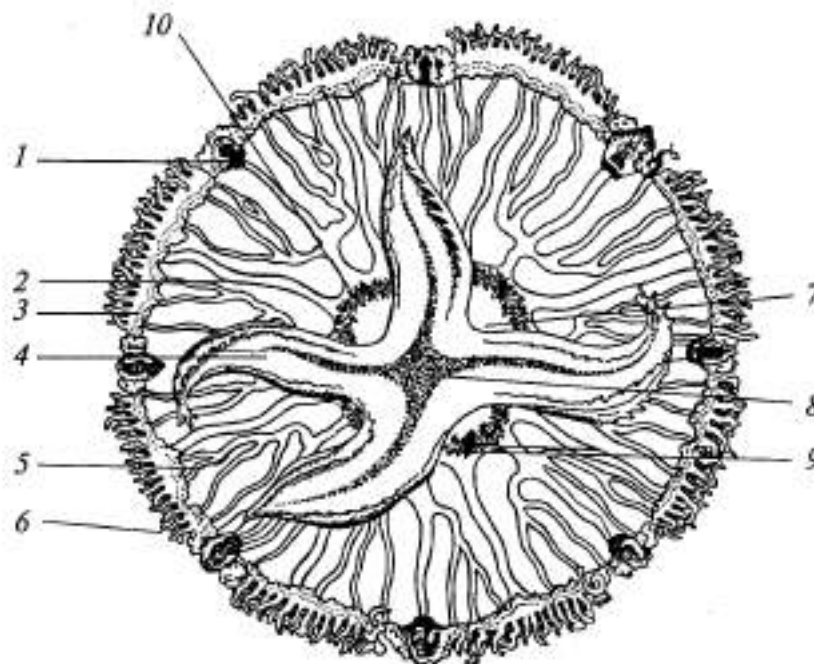
более темно окрашенные стрекательные клетки, похожие на прозрачные маленькие колбочки или круглые ампулы; особенно их много в щупальцах и около ротового отверстия. Стрекательные клетки, выбросившие нить, погибают, из интерстициальных клеток образуются новые.

### Особенности строения Сцифоидных

Систематическое положение объекта:

<b>Царство</b>	Животные	Zoa
<b>Подцарство</b>	Многоклеточные	Metazoa
<b>Надраздел</b>	Эуметазои	Eumetazoa
<b>Раздел</b>	Лучистые	Radiata
<b>Тип</b>	Кишечнополостные	Coelenterata
<b>Класс</b>	Сцифоидные	Scyphozoa
<b>Отряд</b>	Флагомедузы	Semaeostomeae
<b>Вид</b>	Аурелия	Aureliaaurita

**Задание 3.** На рисунке 17 рассмотрите строение сцифоидной медузы аурелии (*Aureliaaurita*). Изучите форму тела, строение рта и ротовых лопастей, радиальные и кольцевой пищеварительные каналы, щупальца, желудок, гонады, ропалии.



1 – ропалии; 2 – радиальный канал; 3 – кольцевой канал; 4 – ротовая лопасть; 5 – ветвящийся радиальный канал; 6 – щупальца; 7 – желудок; 8 – рот; 9 – гонада; 10 – гастральные нити в карманах желудка (В. А. Шапкин, 2005).  
Рисунок 17 – Медуза *Aureliaaurita*, вид с гастральной стороны.

По краю плоского зонтика медузы расположены многочисленные короткие щупальца и восемь видоизмененных щупалец – ропалии, выполняющие роль органов чувств. Четыре удлиненные ротовые лопасти отходят от короткого ротового хоботка, находящегося в центре зонтика. В складках ротовых лопа-

стей заметны срединные желобки, принимающие участие в захвате добычи.

Эктодерма по краю ротовых лопастей снабжена стрекательными клетками. Четырехугольный рот находится в центре ротовых лопастей, он соединен с энтодермальным желудком и четырьмя неглубокими карманами. Карманы желудка снабжены гастральными нитями, которые способствуют перевариванию пищи. Обычно под ними расположены четыре подковообразные гонады. От желудка к периферии зонтика отходят 8 неразветвленных и 8 ветвящихся радиальных каналов, впадающих в кольцевой канал. Зарисуйте строение медузы аурелии.

### ***Вопросы для самостоятельной подготовки.***

1. Какие две морфоэкологические формы характерны для животных типа Кишечнополостные? Дайте их краткую характеристику.

2. Каковы признаки примитивной организации пресноводных гидр?

3. Какие отделы тела отчетливо просматриваются в строении тела гидры?

4. Перечислите функциональные отличия эпителиально-мускульных клеток экто- и энтодермы.

5. Каковы особенности строения нервной системы пресноводной гидры?

6. Как осуществляется питание гидры?

7. Какие типы стрекательных клеток обнаружены у гидры, каковы их функциональные отличия?

8. Где располагаются и какую функцию выполняют интерстициальные клетки?

9. Как размножается гидра? Чем обеспечивается перекрестное оплодотворение?

10. Почему медуз считают высокоорганизованными животными в типе Кишечнополостные?

11. В чем сходство и отличие гастральной полости пресноводных гидр и гастроваскулярной системы медуз?

12. Какими органами чувств наделены медузы? Где они располагаются и как функционируют?

13. Как происходит переваривание пищи в сложной гастроваскулярной системе сцифоидных медуз?

***Объясните значение следующих терминов:*** гипостом, щупальца, стрекательные клетки, почки, гонады, пенетранты, гидрант, гонангии, гидротека, тека, гонотека, бластостиль, парус, ропалия, гастроваскулярная система, приводящие радиальные каналы, чувствительное нервное кольцо, двигательное нервное кольцо, статоцисты, эфирь, метагенез, мезоглея.

Выпишите термины и их значение в лабораторный журнал.

## Лабораторные занятия № 4

### Внешнее и внутренне строение Плоских червей.

#### Особенности строения Ресничных червей, или Турбеллярий.

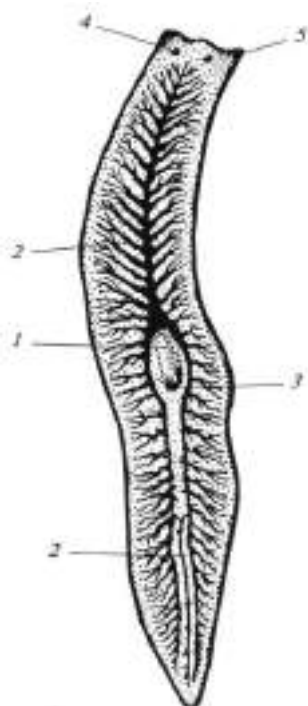
**Цель.** Изучить морфофункциональные особенности свободноживущих плоских червей.

**Оборудование и материалы.** Микроскопы «Биолам»; микропрепараты: поперечный срез и внешний вид молочно-белой планарии; таблицы и методические пособия.

#### Особенности строения Ресничных червей

Систематическое положение объекта:

<b>Царство</b>	Животные	Zoa
<b>Подцарство</b>	Многоклеточные	Metazoa
<b>Надраздел</b>	Эуметазои	Eumetazoa
<b>Раздел</b>	Билатеральные	Bilateria
<b>Тип</b>	Плоские черви	Plathelminthes
<b>Класс</b>	Ресничные черви, или Турбеллярии	Turbellaria
<b>Подкласс</b>	Неофоры	Neophora
<b>Отряд</b>	Трехветвистые, или Планарии	Tricladida
<b>Вид</b>	Планария молочно-белая	Dendrocoelum lacteum



Планария молочно-белая (*Dendrocoelum lacteum*) – вид пресноводных ресничных червей, обычна в водоемах со стоячей и слабо проточной водой. Живет под корой коряг и на нижней стороне опавших в воду листьев. Хищник – питается, мелкими водными животными (рисунок 18).

1 – глотка; 2 – ветви кишечника; 3 – ротовое отверстие; 4 – глаза; 5 – щупальце (В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 18 – Планария молочно-белая.

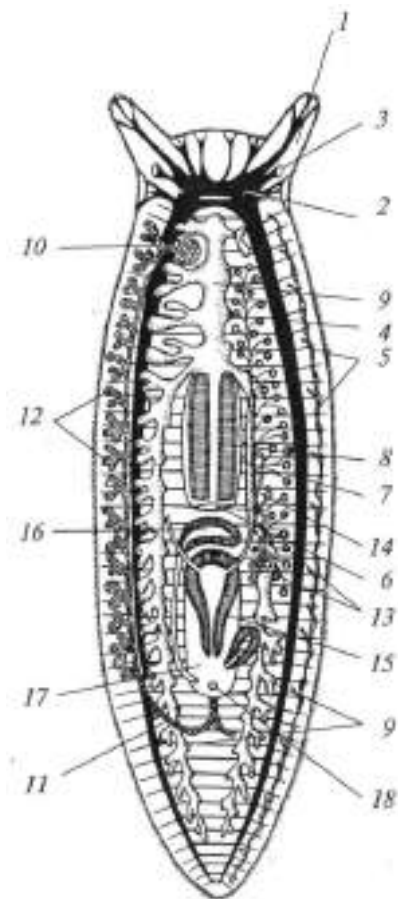


**Задание 1.** Рассмотрите на готовом тотальном препарате детали строения молочно-белой планарии, сравните с рисунком 19. Зарисуйте общий вид планарии и детали её строения.

1 – щупальцевидные выросты; 2 – мозговой ганглий;  
 3 – глаз; 4 – продольный нервный ствол; 5 – поперечные  
 нервные перемычки; 6 – ротовое отверстие; 7 – глоточный  
 карман; 8 – глотка; 9 – ветви кишечника; 10 – яичник;  
 11 – яйцевод; 12 – желточники; 13 – семенники;  
 14 – семяпровод; 15 – совокупительный орган; 16 – копуля-  
 тивная сумка; 17 – половая клоака; 18 – половое отверстие  
 (слева удалены семенники, справа – желточники и яичник)

(В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 19 – Схема строения планарии.



## Лабораторные занятия № 5

### Изучение особенностей строения Трематод, или Сосальщиков с использованием современного оборудования

**Цель.** Познакомиться с адаптациями сосальщиков к эндопаразитическому образу жизни.

**Оборудование и материалы.** Микроскопы «Биолам»; микропрепараты: печеночный сосальщик с инъецированной выделительной и пищеварительной системами; влажные фиксированные препараты: печеночный сосальщик, фрагменты печени позвоночных, пораженных фасциолами; таблицы и методические пособия.

*Особенности строения Сосальщиков*

*Систематическое положение объекта:*

<b>Царство</b>	Животные	Zoa
<b>Подцарство</b>	Многоклеточные	Metazoa
<b>Надраздел</b>	Эуметазои	Eumetazoa
<b>Раздел</b>	Билатеральные	Bilateria
<b>Тип</b>	Плоские черви	Plathelminthes
<b>Класс</b>	Трематоды, или Сосальщики	Trematoda
<b>Отряд</b>	Фасциолиды	Fasciolida
<b>Вид</b>	Сосальщик печеночный, или Фасциола обыкновенная	Fasciolahepatica

**Задание 1.** Рассмотрите визуально, а затем с помощью ручной лупы внешнее строение печеночного сосальщика (*Fasciola hepatica*) на влажном материале. Обратите внимание на форму трематоды. Определите размеры ее листовидного тела. Найдите ротовую и брюшную присоски, определите, какая из них более мощная, на каком расстоянии друг от друга они находятся, какая присоска связана с пищеварительной системой.

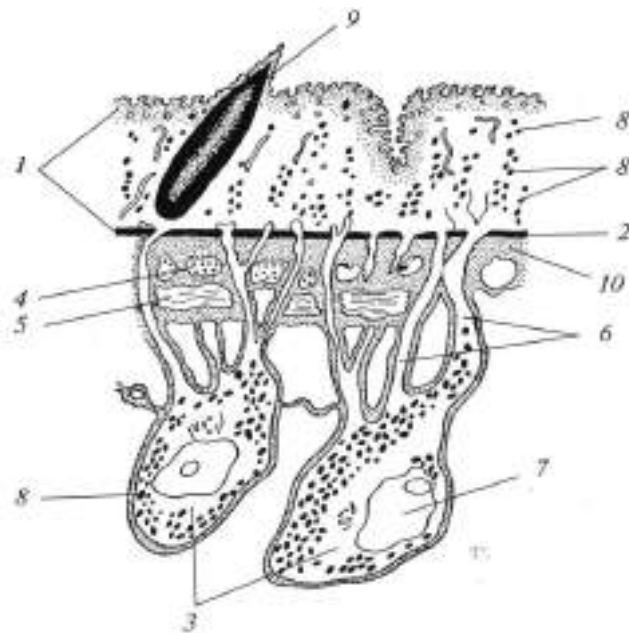
**Задание 2.** Рассмотрите на рисунке 20 строение покровов трематод по данным электронной микроскопии, найдите все обозначенные элементы строения (наружная и внутренняя части интегумента).

Размеры трематод различны: от нескольких миллиметров до 4-5 см (печеночный сосальщик).

В отличие от турбеллярий, у взрослых сосальщиков отсутствует ресничный покров. Он сохранился на разных стадиях развития личинки. Тело гельминта покрыто тегументом – эпителием погруженного типа с цитоплазматическим слоем. Наружная часть тегумента представлена слоем безъядерной цитоплазмы, содержащей многочисленные митохондрии, вакуоли и кутикулярные шипики (рисунок 20). Снизу наружный слой тегумента подстилает базальная мембрана, пронизанная цитоплазматическими тяжами, соединяющими наружную часть тегумента с внутренней. Под базальной мембраной, как и у турбеллярий, в межклеточной паренхиме располагаются слои кольцевой, косой и продольной мускулатуры.

- 1 – наружная часть тегумента;
- 2 – базальная мембрана; 3 – погруженная часть тегумента;
- 4 – кольцевые мышцы;
- 5 – продольные мышцы; 6 – цитоплазматические тяжи, соединяющие наружную и погруженную части тегумента;
- 7 – ядро; 8 – митохондрии; 9 – кутикулярный шипик;
- 10 – межклеточное вещество (В. А. Шапкин, 2005).

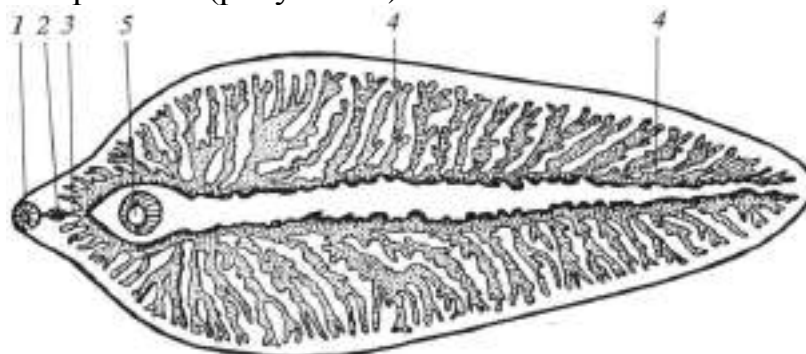
Рисунок 20 – Схема строения покровов *Fasciola hepatica*.



**Задание 3.** Рассмотрите тотальный препарат под штативной лупой и зарисуйте его (мелкие детали изучите при малом увеличении микроскопа).

Найдите рот, находящийся в глубине ротовой присоски; он ведет в мускулистую глотку, которая служит для накачивания пищи в кишечник (сосальщик питается главным образом кровью хозяина). Глотка открывается в короткий пищевод, по которому пища попадает в кишечник, состоящий из двух ветвей с многочисленными ответвлениями. Сильная разветвленность кишечника обеспечивает распределение питательных веществ по всему телу. Кишечник заканчивается слепо, анальное отверстие отсутствует. Остатки непе-

реваренной пищи удаляются через ротовое отверстие. На обычных препаратах кишечник не всегда удается полностью увидеть, так как он частично закрыт органами половой системы. Рассмотреть его можно на препаратах печеночного сосальщика с кишечником, инъецированным берлинской лазурью или квасцовым кармином (рисунок 21).



1 – ротовая присоска, 2 – глотка, 3 – пищевод, 4 – ветви кишечника, 5 – брюшная присоска (В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 21 – Пищеварительная система *Fasciola hepatica*.

Нарисуйте контур тела и сделайте зарисовки пищеварительной и половой систем по мере рассмотрения их на препарате. Изучая на препарате строение печеночного сосальщика, используйте рисунок 22.

Половая система достигает исключительного развития и сложности. Печеночный сосальщик – гермафродит.

Передвигая препарат на предметном столике, найдите желточники, расположенные по бокам тела и имеющие вид мелкой зернистости, и продольные протоки желточников. От продольных отходят поперечные протоки, впадающие в желточный резервуар (небольшое коричневое пятнышко). Под поперечными протоками желточников в задней части тела найдите два сильно разветвленных семенника. Проследите за семяпроводами, которые отходят от семенников. Над брюшной присоской они сливаются вместе и образуют семяизвергательный канал, пронизывающий копулятивный орган (циррус), который находится в половой сумке (бурсе). Семяизвергательный канал открывается наружу мужским половым отверстием. Под сумкой цирруса, кзади от брюшной присоски, расположена извитая матка, петли которой заполнены яйцами разной степени зрелости (светлые, коричневые, черные). Матка открывается половым отверстием около сумки цирруса. По матке до формирования яиц при копуляции червей поступают сперматозоиды – она играет роль влагалища. Несколько выше желточного резервуара хорошо заметно крупное округлое образование – тельце Мелиса – комплекс многочисленных желез. Справа (на рисунке 22 слева) позади матки найдите ветвистый непарный яичник. Отходящий от нее короткий яйцевод и лауреров канал не всегда различимы.

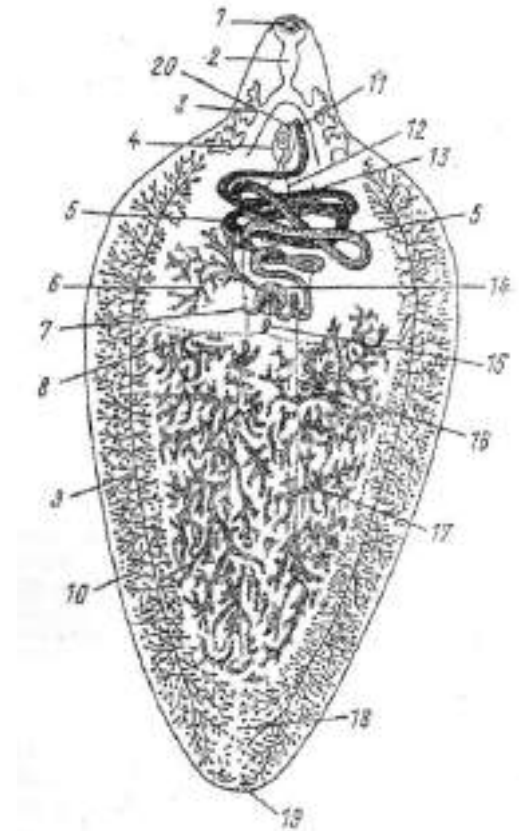
Органы выделения хорошо развиты. На рассматриваемом препарате просвечивает главный выделительный канал, наиболее заметный в задней половине тела и открывающийся наружу выделительным отверстием. На инъецированном препарате можно рассмотреть, что от главного выделительного

ствола отходят многочисленные боковые каналы, которые распадаются на тончайшие веточки, проникающие во все участки тела червя (рисунок 22). Каждая веточка начинается крупной, звездчатой формы терминальной клеткой, закрывающей просвет канальца. Помните, что в полость канала от клетки опускается пучок ресничек – «мерцательное пламя». Концевая клетка собирает из окружающей ткани вредные продукты обмена веществ, подлежащие удалению из организма, и выделяет их в просвет канальца. Благодаря «мерцанию» пучка ресничек жидкость продвигается по канальцу. Собираясь со всех канальцев в главный канал, она через выделительную пору удаляется из организма сосальщика. Выделительные органы такого устройства называются протонефридиями.

1 – ротовая присоска, 2 – глотка, 3 – передний отдел кишечника, 4 – половая сумка, в которой помещается циррус, 5 – матка, наполненная яйцами, 6 – яичник, 7 – лауреров канал, 8, 9 – желточный проток, 10 – желточник, 11 – концевая часть матки, 12 – семяпровод, 13 – брюшная присоска, 14 – тельце Мелиса, 15 – резервуар желточников, 16 – семяпровод, 17 – семенник, 18 – просвечивающий выделительный канал, 19 – выделительное отверстие, 20- мужское половое отверстие

(В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 22 – Половая система *Fasciola hepatica*.



Нервная система не видна на обычных препаратах. Она состоит из парного ганглия, расположенного над глоткой (надглоточный нервный узел), от которого отходят нервные стволы. Обратите внимание на особенно сильно развитые два боковых нервных ствола. Органы чувств отсутствуют, за исключением осязательных нервных окончаний в покровах.

**Задание 4.** Изучите цикл развития печеночного сосальщика по схеме (рисунок 23). Зрелые яйца фасциолы через выводной проток матки покидают материнский организм и попадают в желчные протоки печени хозяина паразита. Вместе с желчью яйца оказываются в его кишечнике и с экскрементами попадают во внешнюю среду, где протекает их развитие. Для дальнейшего развития яйца необходимы соответствующие температура, влажность и свет. Яйцо обязательно должно попасть в воду. При наличии света и при температуре 25–30<sup>0</sup>С крышечка яйца открывается и развивающийся мирацидий активно выбирается из яйца и выходит в воду. Личинка имеет глазок, покрыта ресничками, при помощи которых плавает. Следующая стадия развития мирацидия может протекать только в теле промежуточного хозяина – брюхоногого моллюска малого прудовика. Мирацидий активно внедряется в

печень или половую железу малого прудовика, теряет реснички, глазок, превращается в следующую личиночную стадию – спороцисту.

В спороцисте, имеющей форму мешка, из зародышевых клеток путем партеногенеза развиваются личинки – редии. Они покидают спороцисту, но остаются в печени моллюска. Редии имеют неразветвленный кишечник и зародышевые клетки. Внутри редий из зародышевых клеток развивается третье поколение личинок – церкарии.

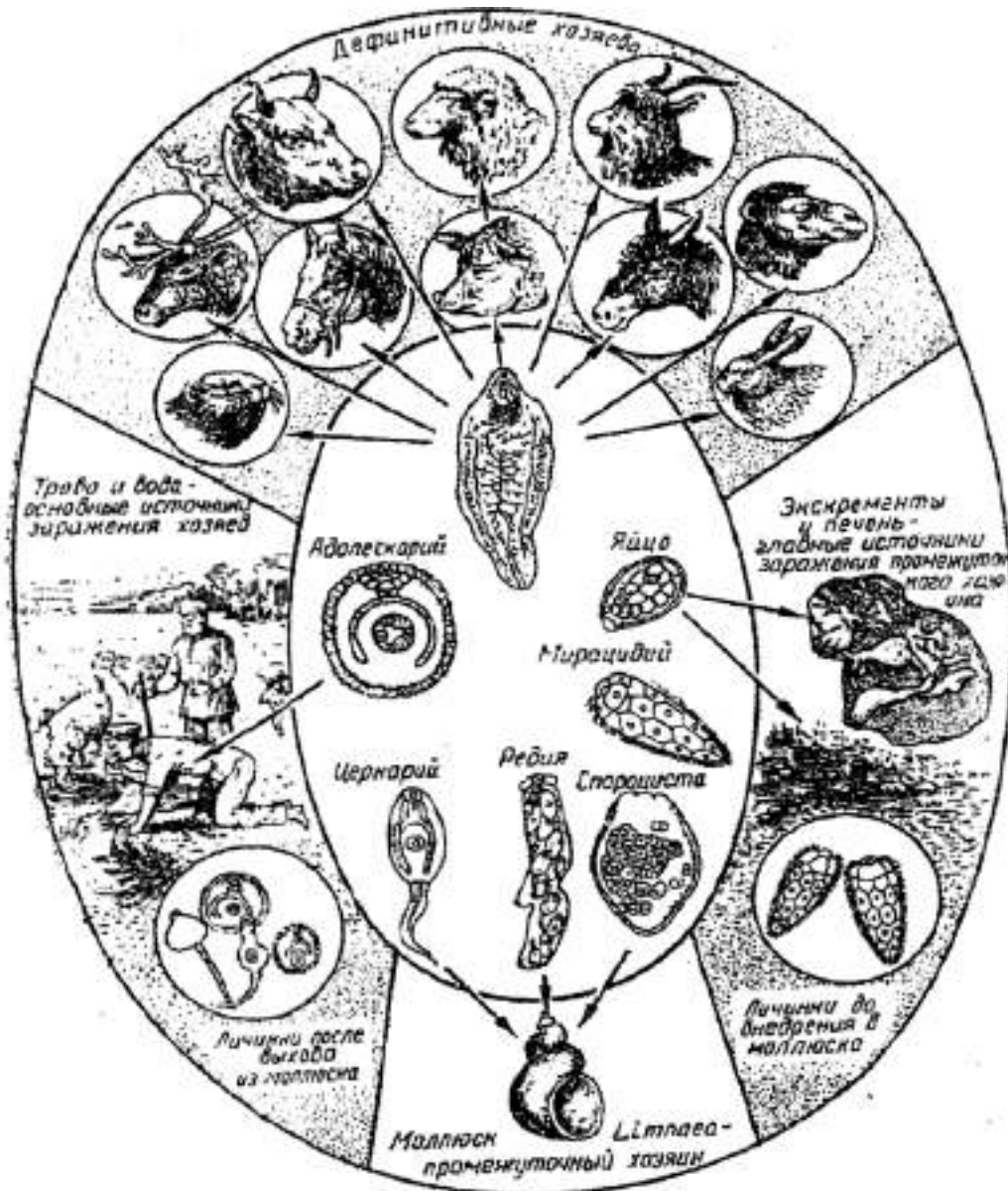


Рисунок 23 – Жизненный цикл печеночного сосальщика (Е. А. Веселов, 1979).

Иногда из редий развиваются дочерние редии, а из них уже – церкарии.

Церкарии имеют ротовую и брюшную присоски, две ветви кишечника и хвостик. Половая система не развита. Покидают тело промежуточного хозяина, некоторое время свободно плавают в воде при помощи хвостика, затем прикрепляются к растениям, отбрасывают хвостик и покрываются плотной оболочкой – инцистируются. Эта стадия личинки шарообразной формы получила название адолюскариев. Дальнейшее развитие может происходить в

организме окончательного (дефинитивного) хозяина. Заражение хозяина происходит при проглатывании адолескариев с растениями или водой.

В кишечнике человека или животного оболочка адолескария растворяется, и молодая фасциола проникает в печень хозяина, превращаясь в половозрелую особь – мариту.

*Профилактика:* предупреждение попадания адолескариев в организм (единственный путь инвазии – проглатывание адолескариев), осушение ненужных водоемов, разведение водоплавающих птиц, поедающих моллюсков, специальные ветеринарные мероприятия, в частности дегельминтизация животных, зараженных фасциолами.

## Лабораторные занятия № 6 Особенности строения Ленточных червей

**Цель.** Познакомиться с адаптациями ленточных червей к эндопаразитическому образу жизни.

**Оборудование и материалы.** Микроскопы «Биолам»; микропрепараты: гермафродитные и зрелые членики стробил цестод – бычьего, свиного цепней, широкого лентеца, сколексы разных видов цестод; влажные фиксированные препараты: тубусы с ленточными червями (бычий, свиной цепни), фрагмент мускулатуры крупного рогатого скота с цистицерками бычьего цепня; таблицы и методические пособия.

### Особенности строения Ленточных червей

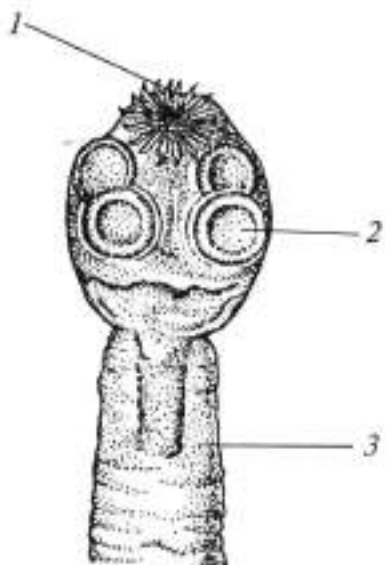
*Систематическое положение объекта:*

<b>Царство</b>	Животные	Zoa
<b>Подцарство</b>	Многоклеточные	Metazoa
<b>Надраздел</b>	Эуметазои	Eumetazoa
<b>Раздел</b>	Билатеральные	Bilateria
<b>Тип</b>	Плоские черви	Plathelminthes
<b>Класс</b>	Ленточные черви	Cestoda
<b>Отряд</b>	Цепни	Cyclophyllidea
<b>Виды</b>	Цепень бычий	Taeniarhynchussaginata
	Цепень свиной	Taenia solium
<b>Отряд</b>	Лентецы	Pseudophyllidae
<b>Вид</b>	Лентец широкий	Diphyllobothriumlatum

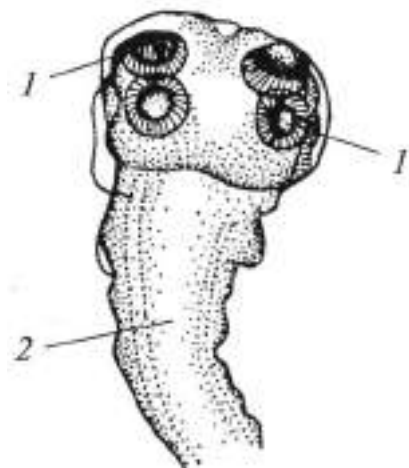
**Задание 1.** Рассмотрите микропрепараты сколексов бычьего, или невооруженного, цепня (*Taeniarhynchussaginata*), и свиного, или вооруженного, цепня (*Taeniasolium*). Изучите форму и размеры сколексов, форму и величину присосок. На сколексе свиного цепня рассмотрите строение и количество крючьев, их расположение, форму. Рассмотрите микропрепарат сколекса широкого лентеца (*Diphyllobothriumlatum*). Изучите щелевидные присоски – ботрии. Зарисуйте сколексы бычьего и свиного цепней, широкого лентеца.

Обозначьте присоски, шейку, крючья, ботрии, полости ботрий.

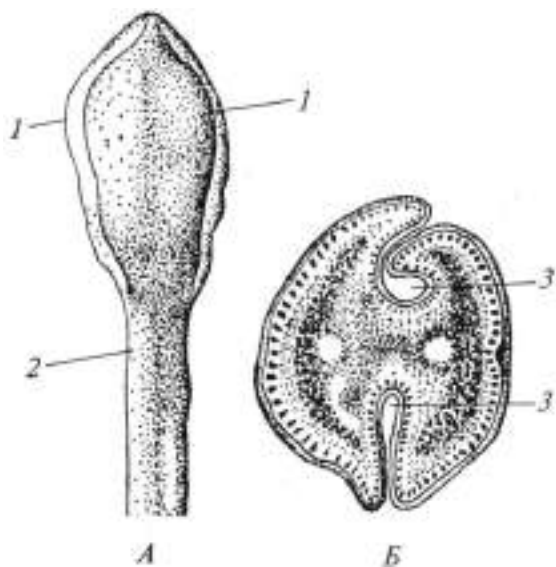
Сколекс, или головка, ленточных червей служит для прикрепления к тканям хозяина. Сколекс свиного и карликового цепней кроме присосок имеет крючья, поэтому называется вооруженным (рисунок 24). Головка бычьего цепня имеет четыре присоски (рисунок 25), сколекс широкого лентеца – две ботрии (рисунок 26). Сколексы, лишенные крючьев, называются невооруженными.



1 – венчик крючьев на хоботке, 2 – присоски, 3 – шейка (В. А. Шапкин, 2005).  
Рисунок 24 – Сколекс Цепня свиного.



1 – присоски, 2 – шейка (В. А. Шапкин, 2005).  
Рисунок 25 – Сколекс Цепня бычьего.



А – общий вид, Б – поперечный разрез.  
1 – ботрии, 2 – шейка, 3 – полости ботрий  
(В. А. Шапкин, 2005).  
Рисунок 26 – Сколекс Лентеца широкого.

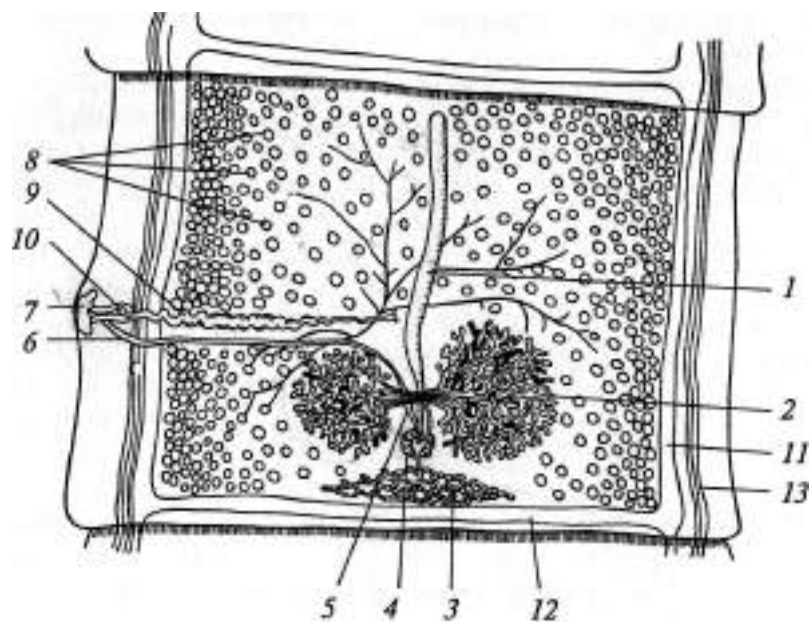
**Задание 2.** Рассмотрите при малом увеличении микроскопа микропрепара-

ты гермафродитных члеников бычьего и свиного цепней, широкого лентеца.

Обратите внимание на размеры, форму проглоттид – признаки, характерные для стробил цестод разных видов (рисунки 27, 28).

В гермафродитных члениках ленточных червей изучите строение женской половой системы: двулопастной яичник, яйцевод, желточник и его проток, оотип, тельце Мелиса, влагалище, матку со слепым концом у цепней и с отверстием у лентеца; а также строение мужской половой системы: семенники, семявыносящие протоки, семяпровод, семяизвергательный канал, сумку цирруса. Найдите в члениках цестод дистальные концы половых протоков, рассмотрите строение половой клоаки, отверстия семяизвергательного канала и влагалища.

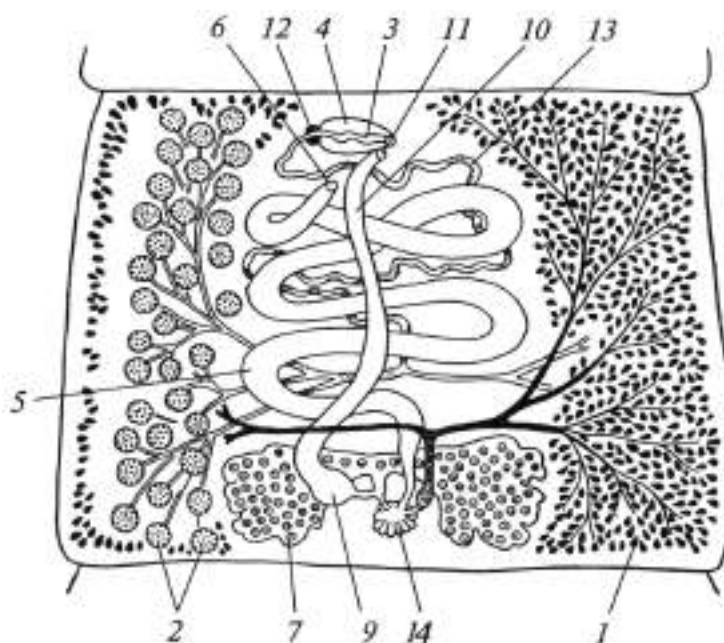
Зарисуйте половую систему бычьего цепня в гермафродитном членике. Обозначьте семенники, семявыносящие протоки, семяпровод, семяприемник, половую клоаку, яичник, яйцевод, матку, желточник, оотип, тельце Мелиса, влагалище.



- 1 – матка; 2 – яичник; 3 – желточник; 4 – тельце Мелиса; 5 – семяприемник;  
6 – влагалище; 7 – половая клоака; 8 – семенники; 9 – семяпровод;  
10 – совокупительный орган; 11 – канал выделительной системы;  
12 – поперечный анастомоз выделительной системы; 13 – нервный ствол  
(В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 27 – Гермафродитный членик Цепня бычьего.





1 – желточник; 2 –семенники; 3 –циррус; 4 – сумка цирруса; 5 – матка;  
6 –отверстие матки; 7 – яичник; 8 –скорлуповые железы; 9 –семяприемник;  
10 –влагалище; 11 –отверстие влагалища; 12 –семенной пузырек;  
13 – семяпровод; 14 – оотип (В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 28 –Гермафродитный членик Лентеца широкого.

Мужская половая система бычьего цепня представлена многочисленными темными округлыми пузыревидными семенниками. Они разбросаны в паренхиме членика. Канальцы, идущие от семенников, на микропрепарате не просматриваются. Заметен лишь общий семяпровод, идущий к одной из боковых граней членика. Дистальный конец семяпровода переходит в семяизвергательный канал и пронизывает совокупительный орган – циррус. Последний находится в сумке цирруса и связан с половой клоакой.

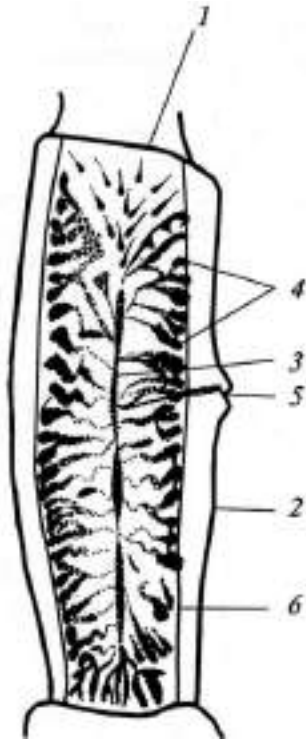
Женская половая система представлена крупным двухлопастным яичником, лежащим в задней части членика. На микропрепарате он просматривается в виде темноокрашенных овальных образований. У границы заднего края членика, рядом с поперечным выделительным каналом, находится желточник треугольной формы. Оотип на препарате не заметен. С оотипом соединяется яйцевод. Оотип окружен мелкими железами, соответствующими тельцам Мелиса у сосальщиков. Затем яйцевод переходит во влагалище, которое образует местное расширение – семяприемник, далее яйцевод открывается в половую клоаку. От оотипа начинается матка, которая представлена слепозамкнутой на конце трубкой, лежащей в паренхиме (рисунки 27, 28).

Выделительная система цестод протонефридиального типа, начинается с разбросанных по всему телу многочисленных клеток с мерцательным эпителием. От них берут начало мелкие канальцы, которые, соединяясь между собой, образуют мощные каналы выделительной системы, проходящие по краям членика.

Одна пара каналов, расположенная на краю гермафродитного членика, хо-

рошо заметна на изучаемом объекте, просматривается также поперечная перемычка – выделительный канал, связывающий боковые. По расположению поперечного канала отличают передний конец членика от заднего. Он расположен у заднего края членика.

**Задание 3.** Рассмотрите при малом увеличении микроскопа микропрепараты зрелых члеников бычьего и свиного цепней, широкого лентеца. Найдите в строении проглоттид характерные признаки, отличающие их от гермафродитных.

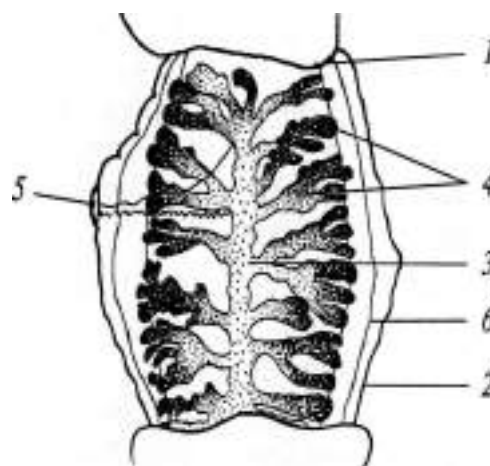


Зрелые членики ленточных червей находятся ближе к концу стробил. Центральный ствол, боковые ответвления разросшейся матки зрелых члеников цестод заполнены яйцами. Матка в зрелом членике бычьего цепня вытянута в длину и имеет боковые ответвления (от 17 до 35) с каждой стороны (рисунок 29).

1 – задний край; 2 – боковой край; 3 – матка; 4 – боковые ветви матки; 5 – половая клоака; 6 – продольный выделительный канал (В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 29 –Зрелый членик бычьего солитера.

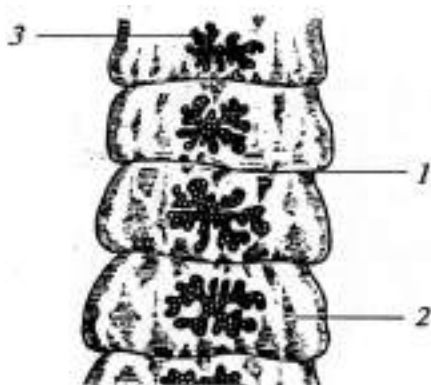
В зрелом членике свиного цепня насчитывается от 7 до 12 боковых ответвлений (рисунок 30). У цепней матка замкнута слепо.



1 – задний край, 2 – боковой край, 3 – матка,  
4 – боковые ветви матки, 5 – половая клоака,  
6 – продольный выделительный канал  
(В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 30 – Зрелый членик свиного цепня.

У широкого лентеца матка звездообразная, заполняет только центральную часть проглоттиды и имеет отверстие для откладки яиц (рисунок 31).



1 – передний край, 2 – боковой край, 3 – матка  
(В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 31 – Зрелые членики широкого лентеца.

Изучите на микропрепаратах разветвленные матки и подсчитайте количество боковых ответвлений (рисунки 29-31). Определите, в какой части стробилы находятся зрелые членики изучаемых цестод.

Зарисуйте внешний вид зрелых члеников бычьего и свиного цепней, широкого лентеца. Обозначьте передние и задние края, матку с боковыми ветвями, половую клоаку.

**Задание 4.** Изучите цикл развития бычьего цепня по схеме (рисунок 32).

Развитие бычьего цепня протекает со сменой хозяев. Имагинальная стадия (взрослый червь) паразитирует в тонком отделе кишечника человека. Человек – дефинитивный хозяин. Зрелые членики отрываются от стробилы и выходят из кишечника вместе с фекалиями человека во внешнюю среду. Зрелые яйца наполняющие матку, имеют сформировавшийся зародыш шарообразной формы, вооруженный шестью крючьями – онкосферу, и защищенный кромескорлупы яйца оболочкой, имеющей радиальную исчерченность. При поедании травы, сена, питье воды крупный рогатый скот (промежуточный хозяин) заглатывает проглоттиды и яйца. Под действием желудочного сока хозяина кожно-мускульный мешок проглоттид, скорлупа яиц и оболочка онкосферы растворяются, и зародыш выходит в кишечник животного. Здесь он внедряется при помощи крючьев в слизистую оболочку кишечника и попада-

ет в кровеносную систему. Циркулируя по кровеносным сосудам, зародыши заносятся в мышцы, сердце, легкие, печень или другие органы. Здесь онкосфера теряет крючья и, развиваясь, превращается в личиночную стадию (финну), которая у бычьего цепня называется цистицерком.

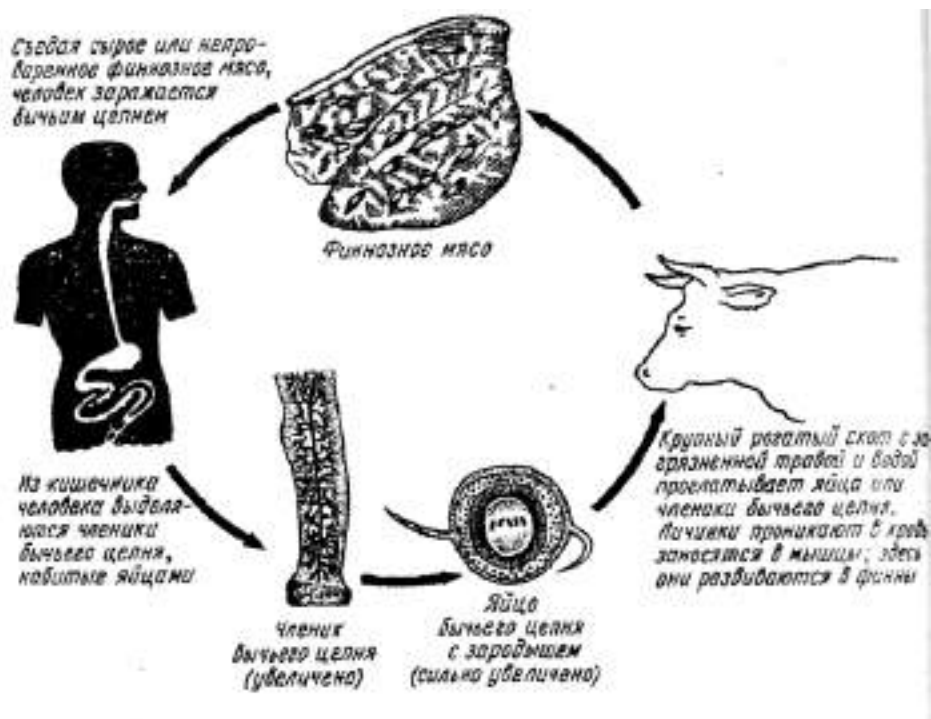


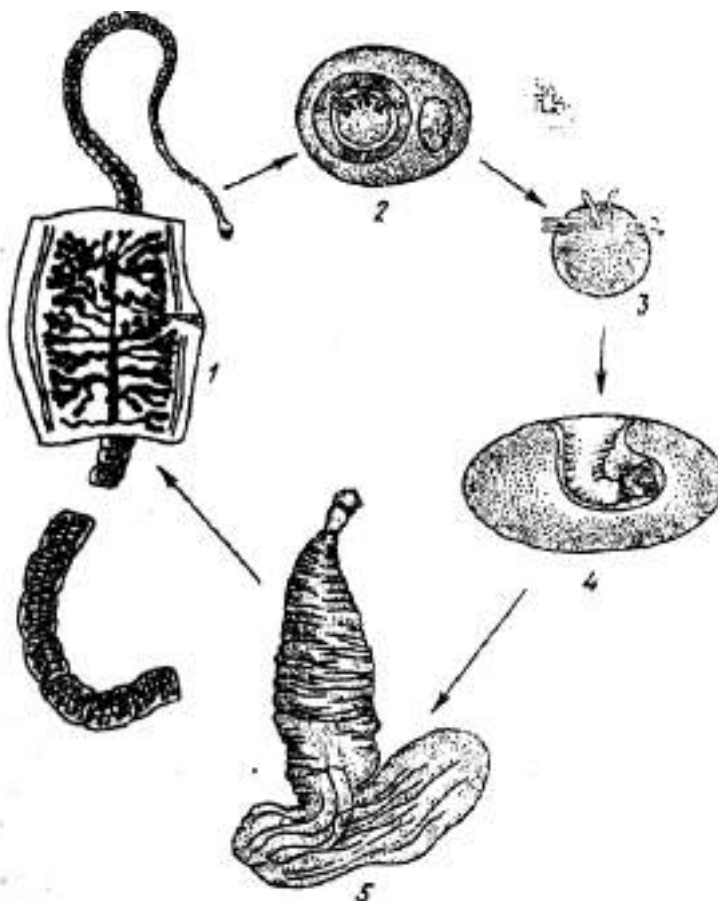
Рисунок 32 – Схема цикла развития бычьего цепня (Е. А.Веселов, 1979).

Цистицерк – это пузырь величиной с горошину, внутри которого содержится жидкость. Внутри полости пузыря ввернута головка. Заражение окончательного (дефинитивного) хозяина – человека – может произойти, только при употреблении в пищу мяса с цистицерками. В кишечнике человека пузырь личинки рассасывается, головка выворачивается наружу и с помощью присосок фиксируется к стенке кишечника. От шейки (зоны роста) начинается формирование члеников – рост стробилы. В кишечнике человека цепень достигает половозрелости.

**Задание 5.** Изучите цикл развития свиного цепня по схеме на рисунке 33. Циклы развития свиного и бычьего цепней сходны. Различие заключается в том, что промежуточным хозяином свиного цепня обычно являются дикие и домашние свиньи, но случайным промежуточным хозяином может стать человек. Заражение человека происходит при заглатывании яиц, и в этом случае во всех органах (глазах, мозге, мышцах, сердце, легких, печени и др.) из зародышей развиваются цистицерки.

Из кишечника человека (дефинитивного хозяина), как и в цикле развития бычьего цепня с фекалиями выделяются зрелые членики – их проглатывает свинья. В желудке промежуточного хозяина (свиньи) членики перевариваются, и из освободившихся яиц выходят онкосферы (микроскопические многоклеточные зародыши, снабженные шестью крючьями). Онкосферы попадают в кишечник и при помощи крючьев вбулавливаются в стенку кишечника, про-

никают в сосуды и током крови или лимфы разносятся по телу свиньи. В мышцах или других органах онкосфера, развиваясь, превращается в цистицерка. Употребляя полусырое мясо свиньи с необезвреженными цистицерками, человек заражается. В кишечнике человека из цистицерка развивается половозрелый свиной цепень.



1 – зрелый членик, 2 – яйцо с онкосферой, 3 – онкосфера, 4 – цистицерк, 5 – цистицерк с вывернутой головкой (Е. А. Веселов, 1979).

Рисунок 33 – Жизненный цикл Цепнясвиного.

**Профилактика:** ветеринарный контроль за выпускаемыми в продажу говядиной и свининой, а также мясными продуктами; лечение людей, больных тениаринхозом и тениозом; санитарные и зоогигиенические мероприятия – предупреждение заражения крупного рогатого скота и свиней.

**Задание 6.** Изучите цикл развития Лентеца широкого. Цикл развития широкого лентеца протекает со сменой двух промежуточных хозяев (рисунок 34).

Яйца широкого лентеца с фекалиями definitive хозяина (человека и плотоядных млекопитающих) выбрасываются наружу. Дальнейшее развитие личиночных стадий связано с попаданием яиц в воду и с определенной температурой воды (при температуре ниже 6°C и выше 30°C яйца погибают). В воде из яиц выходят зародыши – корацидии. Это – онкосферы, покрытые ресничками, с помощью которых корацидии плавают. При температуре 10°C развитие завершается в течение 4-5 дней. Если корацидия проглатывают

циклопы или диаптомусы (мелкие пресноводные ракообразные), в кишечнике рачка зародыш сбрасывает реснички и проникает в полость тела. Рачок – первый промежуточный хозяин. В его теле формируется первая личиночная стадия цестоды – процеркоид, сохраняющий на шаровидном придатке заднего конца тела 6 крючьев.

1 – яйцо, 2 – корацидий, 3 – процеркоид, 4 – плероцеркоид,  
5 – плероцеркоиды в мышцах рыбы (Е. А. Веселов, 1979).  
Рисунок 34 – Биологический цикл Лентеца широкого.

Рыба, заглатывая ракообразных, становится вторым промежуточным хозяином. Виды восприимчивых рыб – окунь, ерш, судак, налим, щука. Рачки в кишечнике рыбы перевариваются, а процеркоиды с помощью крючьев через стенку желудка активно проникают в мышцы рыбы (реже в печень, гонады и другие органы). Здесь процеркоиды развиваются во вторую личиночную стадию – плероцеркоидов, белых нерасчлененных подвижных червячков длиной до 2 см. На переднем конце плероцеркоидов расположены, как и у взрослых лентецов, две присасывательные щели – ботрии. У зараженной рыбы плероцеркоиды могут быть видны в мышцах или на серозных покровах полости тела и внутренних органов в виде беловатых узелков.

Источником заражения человека и плотоядных животных служит недостаточно проваренная или прожаренная, а также сырая рыба с плероцеркоидами.

В кишечнике окончательного хозяина рыба переваривается, а живые плероцеркоиды прикрепляются кслизистой оболочке тонкогокишечника и развиваются до половозрелой стадии.

*Профилактика:* употребление впищу человеку, скармливание животным (собакам, кошкам и пушным зверям) термически обработанной (не менее 20 минут)рыбы; обезвреживаниерыбы промораживанием (при  $-12^{\circ}\text{C}$  в течение 72 часов),посолом (14 % раствор хлорида натрия);предотвращение загрязнения водоемов фекалиями человека и домашних плотоядных.

### ***Вопросы для самостоятельной подготовки.***

1. Как называется наука о паразитических червях и вызываемых ими заболеваниями человека, животных и растений?
2. Какие признаки характерны для представителей типа Плоские черви?
3. Каково строение кожно-мускульного мешка турбеллярий?
4. На какие группы можно разделить турбеллярий по строению пищеварительной системы? Поясните.
5. Имеются ли различия в строении нервной системы у многоветвистокишечных, трехветвистокишечных и прямокишечных турбеллярий?
6. Каковы особенности развития и размножения турбеллярий?
7. Каково строение покровов трематод?
8. Какое значение имело появление мезодермы у плоских червей?
9. Каким типом строения нервной системы обладают трематоды? Опишите их органы чувств.
10. Из каких органов состоит половая система трематод? Чем можно объяснить ихвысокую плодовитость?
11. Какие виды трематод патогенны для человека? Расскажите о профилактике трематодозов.
12. Дайте определение понятию«анаэробное дыхание»? Каким образом оно осуществляется? Для каких червей характерно?
13. Опишите морфофизиологические адаптации к паразитизму у плоских червей?
14. Какие особенности в строении личинок сосальщиков указывают на происхождение сосальщиков от турбеллярий?
15. Какую роль выполняет сколекс цестод? Опишитевиды сколексов.
16. Почему половозрелыецепнилокализируются в кишечнике дефинитивного хозяина?
17. Как выводятсярастворимые продукты метаболизма из телацепней?
18. Чем различаются зрелые членики бычьего и свиного цепней, широкого лентеца?
19. Каковы различия в строении половой системы у цепней и лентецов?
20. Опишите морфофизиологические отличия у цестод из отрядов циклофиллидеи и псевдофиллидеи.
21. Какими видами ленточных червей может заразиться человек при контакте с инвазированными домашними животными? Каким хозяином является

при этом человек?

22. Какое значение в заражении человека цестодами имеет мясная и рыбная продукция?

23. Назовите меры профилактики цестодозов у человека и животных.

**Объясните значение следующих терминов:** базальная мембрана, ганглии, желточники, комиссуры, коннективы, паренхима, тегумент, протонефридии, рабдиты, ротовая присоска, брюшная присоска, семенники, желточники, матка, семяприемник, тельце Мелиса, оотип, лауреров канал, партеногенез, мигриций, спороциста, редии, церкарии, сколекс, стробила, стробилиция, проглоттиды, ботрии, цистицерк, цистицеркоид, процеркоид, плероцеркоид, гермафродиты, терминальные клетки, онкосфера, дефинитивный хозяин, промежуточный хозяин.

Выпишите указанные термины и их значение в лабораторный журнал.

## Лабораторное занятие № 7

### Изучение особенностей строения Круглых червей с использованием современного оборудования

**Цель:** изучить структурно-функциональные характеристики круглых червей в связи с эндопаразитическим образом жизни.

**Материалы и оборудование:** микроскопы «Биолам», ручные лупы; микропрепараты: поперечный срез аскариды, детской острицы; влажные фиксированные препараты: свиные и лошадиные аскариды; таблицы и методические пособия.

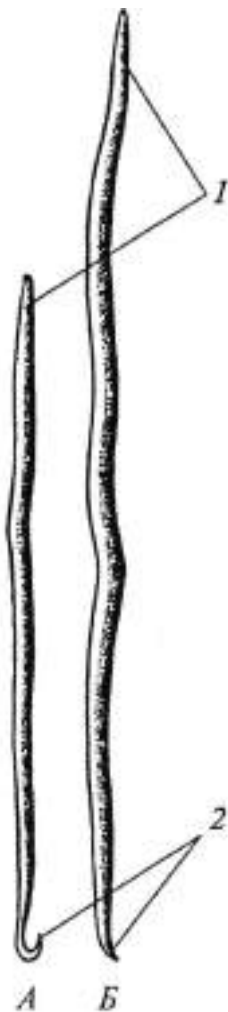
#### Особенности строения Круглых червей

*Систематическое положение объекта:*

<b>Царство</b>	Животные	Zoa
<b>Подцарство</b>	Многоклеточные	Metazoa
<b>Надраздел</b>	Эуметазои	Eumetazoa
<b>Раздел</b>	Билатеральные	Bilateria
<b>Тип</b>	Круглые, или Первичнополостные черви	Nemathelminthes
<b>Класс</b>	Нематоды	Nematoda
<b>Подкласс</b>	Сецерненты	Secernentea
<b>Виды</b>	Аскарида свиная	Ascarissuum
	Аскарида лошадиная	Parascarisequorum
	Острица детская	Enterobiusvermicularis
<b>Подкласс</b>	Аденофореи	Adenophorea
<b>Вид</b>	Трихинелла спиральная	Trichinellaspiralis

**Задание 1.** Рассмотрите на влажном материале и в тубусах внешнее строение лошадиной аскариды (*Parascarisequorum*). Изучите форму тела, передний, туловищный и хвостовой отделы, определите размеры (длина, толщина). Найдите отличия во внешнем строении самки и самца, определите спинную и брюшную стороны.





А – самец, Б – самка: 1 – передний конец тела,  
2 – задний конец тела (В. А. Шапкин, 2005).  
Рисунок 35 – Внешний вид Аскариды лошадиной.

Изучение аскариды начинается с внешнего осмотра фиксированных гельминтов. С помощью ручной лупы вначале рассмотрите тело аскариды. Оно состоит из переднего, туловищного и хвостового отделов. Самки имеют удлиненное прямое веретеновидное тело. Самцы отличаются от самок меньшими размерами, их хвостовой отдел загнут крючком на брюшную сторону. На переднем конце (иногда его называют «головной») находится ротовое отверстие. Рот окружен тремя губами и занимает терминальное положение. Анальное отверстие аскарид располагается на брюшной стороне, чуть впереди от заднего конца тела. Отдел тела от анального отверстия до конца тела называется хвостом.

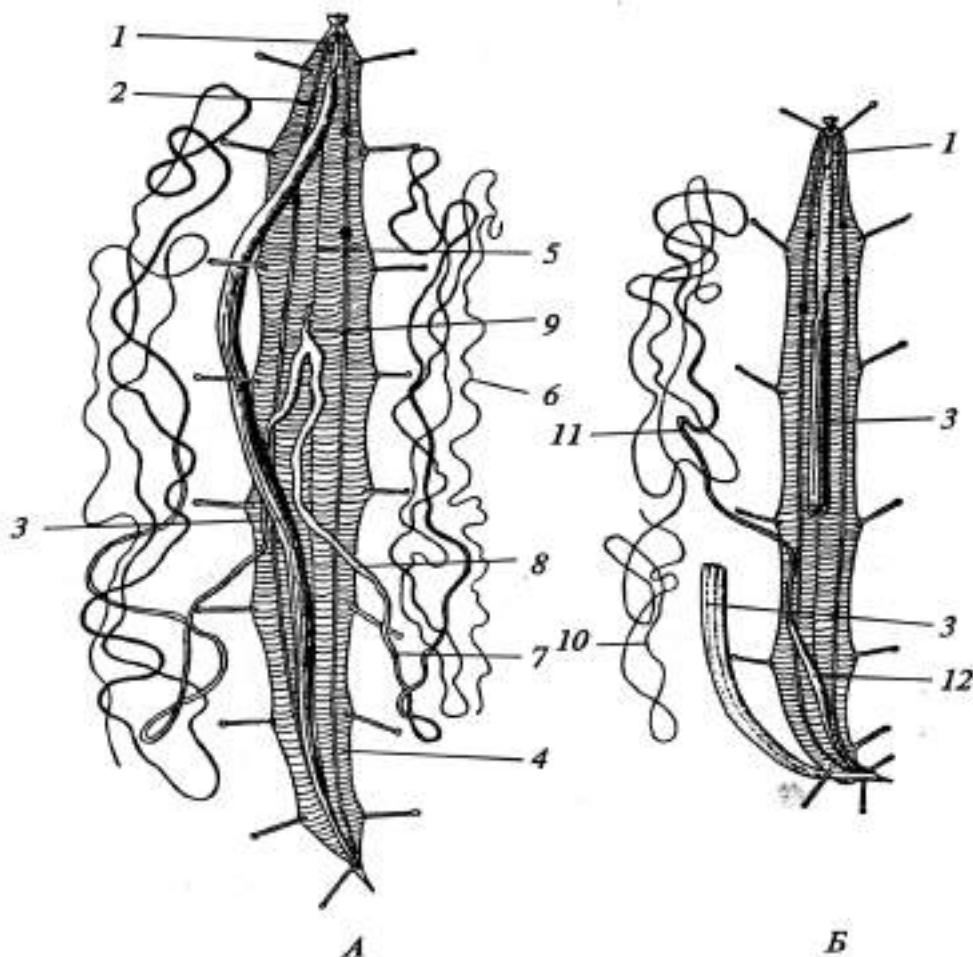
На брюшной стороне тела самок имеется половое отверстие. Увидеть с помощью лупы на фиксированном материале микроскопически малое половое отверстие практически невозможно (рисунок 35).

**Задание 2.** Изучите строение и расположение внутренних органов Аскариды лошадиной по рисунку 36.

Зарисуйте внутреннее строение вскрытой лошадиной аскариды. Обозначьте ротовые сосочки, глотку, пищевод, среднюю кишку, заднюю кишку, латеральные экскреторные каналы, фагоцитарные клетки, дорсальный и вентральный валики гиподермы, яичники, яйцеводы, матку, влагалище, семенник, семяпровод, семяизвергательный канал.

Изучать внутренние органы начинают с половой системы. Половая система самки парная, на всем протяжении трубчатая, состоит из яичников, извитых яйцеводов, переходящих в матки и не образующих петель. Две матки соединяются ближе к переднему участку тела в один непарный канал – влагалище, которое открывается на брюшной стороне половым отверстием.

Мужская половая система непарная и представлена одним трубчатым семенником, семяпроводом, семяизвергательным каналом, утонченный конец которого открывается в задний отдел кишечника.



А –самка; Б –самец: 1 –глотка; 2 –фагоцитарная клетка; 3 – кишечник; 4 –боковой валик гиподермы; 5 – брюшной валик гиподермы с нервным стволом; 6 – яичник; 7 – яйцевод; 8 – матка; 9 – влагалище; 10 – семенник; 11 –семяпровод; 12 – семяизвергательный канал (В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 36 – Вскрытая Аскарида лошадиная.

Пищеварительная трубка начинается с эктодермальной глотки, энтодермальной средней кишки и заканчивается вновь эктодермальной задней. Средняя кишка имеет тонкие стенки, состоящие из одного слоя клеток.

Выделительная система аскарид представлена шейной железой и состоит из двух трубчатых каналов, идущих от заднего конца тела к переднему. Каналы выделительной системы располагаются в боковых валиках гиподермы, их задние концы замкнуты слепо, а передние сливаются в короткий непарный канал, который открывается на брюшной стороне выделительным отверстием. Кроме того, на переднем конце тела в области пищевода к боковым валикам прилегают фагоцитарные клетки (обычно в количестве четырех) желтовато-бурого цвета, выполняющие также функцию осморегуляции.

Нервная система представлена нервным окологлоточным кольцом и продольными стволами (спинным и брюшным), расположенными в соответствующих валиках гиподермы. Наиболее развит брюшной нервный ствол, находящийся в брюшном валике гиподермы (рисунок 36).

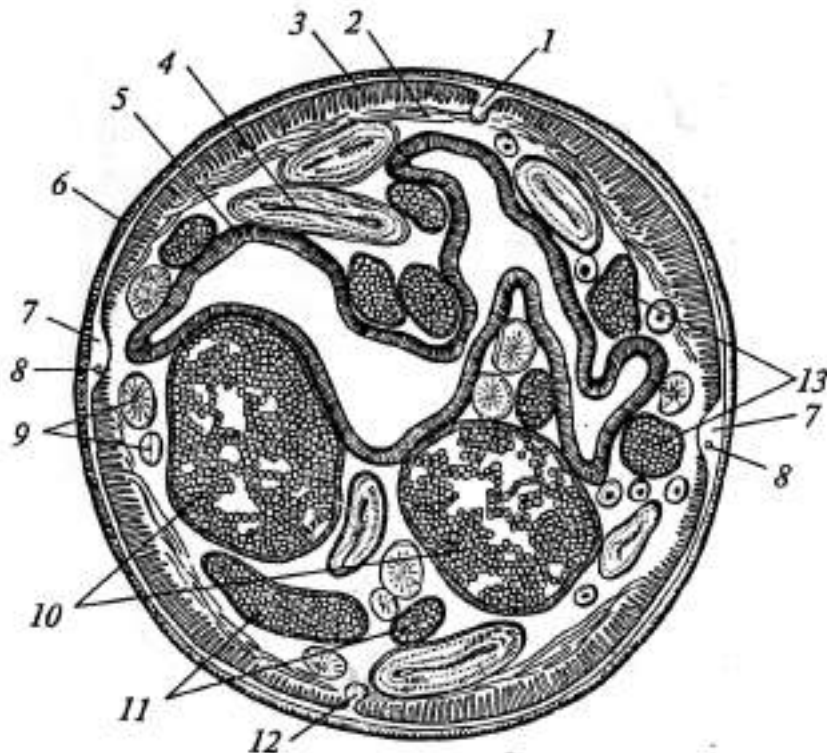
**Задание 3.** На микропрепарате поперечного среза аскариды изучите: строение покровов и органов полости тела. Найдите четыре гиподермальных вали-

ка, расположенных радиально, мышечные ленты, нервные стволы, половую систему, экскреторные каналы.

Сравните детали строения поперечного среза аскариды с рисунком 37.

Зарисуйте поперечный срез аскариды. Обозначьте нервные тяжи в спинном и брюшном валиках гиподермы, боковые валики гиподермы с выделительными каналами, кутикулу, гиподерму, продольные мышцы, схизоцель (первичную полость тела), яйцеводы, матку, полость и стенки кишечника.

Снаружи тело аскариды покрыто многослойной неклеточной кутикулой, под ней заметна гиподерма (однослойный покровный эпителий). Гиподерма по бокам тела несколько утолщена, образует валики, содержащие каналы выделительной системы. Аналогичные утолщения заметны на брюшной и спинной сторонах. В них просматриваются стволы нервной системы. В первичную полость тела погружаются выросты мускульных клеток. Выросты мускульных клеток валиками гиподермы делятся на четыре ленты. Наибольшее пространство полости тела занимает кишечник. Матка содержит сформированные яйца. Значительное число поперечных срезов яичников и яйцеводов объясняется их большой величиной и извилистостью в полости тела.

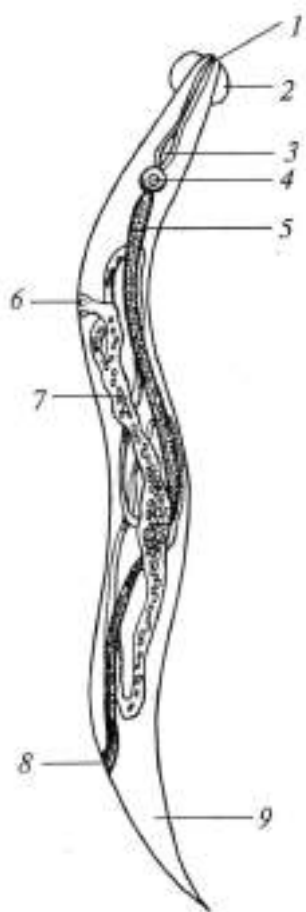


- 1 – спинной валик гиподермы; 2 – плазматические отростки мышечных клеток;  
3 – мышечные клетки; 4 – яичник в продольном разрезе; 5 – стенка кишечника;  
6 – кутикула; 7 – боковой валик гиподермы; 8 – продольный канал выделительной системы;  
9 – яичники, перерезанные поперек; 10 – матка; 11 – яйцеводы в продольном разрезе;  
12 – брюшной валик гиподермы; 13 – яйцеводы, перерезанные поперек  
(В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 37 – Поперечный разрез тела самки аскариды.

**Задание 4.** Рассмотрите на микропрепарате при малом увеличении микро-

скопа внешнее строение острицы (*Enterobius vermicularis*) – паразита кишечника человека. Изучите строение и расположение внутренних органов. Зарисуйте внешний вид самки и самца острицы. Обозначьте рот, глотку, пищевод, бульбус, кишечник, яичник, матку, женское половое отверстие, анальное отверстие.



Максимальная длина самки острицы составляет 10-12 мм, длина самцов достигает 2-5 мм. На переднем конце тела имеется кутикулярное утолщение – везикула. Задний конец тела заострен. На препарате просматриваются ротовое отверстие, длинный расширенный пищевод, заканчивающийся шаровидным бульбусом. За ним начинается длинный кишечник. Пищеварительная трубка заканчивается у основания хвоста анальным отверстием. Большую часть тела занимает парная извитая матка с формирующимися яйцами. Половое отверстие располагается на брюшной стороне и чуть сдвинуто к переднему концу тела (рисунок 38).

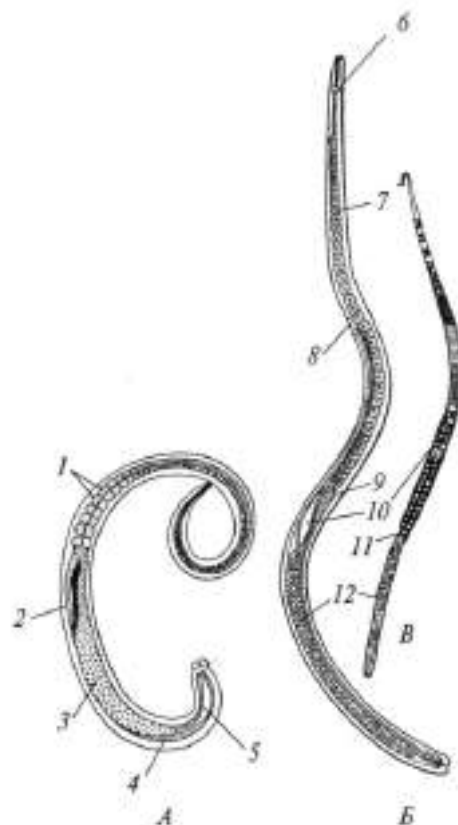
1 – рот; 2 – везикула; 3 – пищевод; 4 – бульбус; 5 – кишечник;  
6 – половое отверстие; 7 – матка; 8 – анальное отверстие;  
9 – хвост (В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 38 – Самка Острицы детской.

**Задание 5.** Познакомьтесь с внутренним строением трихинеллы по рисунку 39. Трихинеллы – мелкие круглые черви; самка имеет длину 3-4 мм, самец – 1,4-1,6 мм. Тело трихинелл цилиндрическое, суженное к переднему концу и немного утолщенное в задней части. У самца спикулы отсутствуют, их функцию выполняют два кутикулярных выроста, расположенные на конце тела.

А – самец; Б – самка; В – половой аппарат зрелой самки: 1, 7 – клетки пищевода; 2 – семяпровод; 3 – семенник; 4 – кишечник; 5 – семенной пузырь; 6 – нервное кольцо; 8 – половое отверстие; 9 – кишка; 10 – матка с личинками; 11 – семяприемник; 12 – яичник (В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 39 – Строение трихинеллы.



Пищеварительная система начинается ро-

товым отверстием (без губ), ведущим в пищевод, который расположен в тонком переднем отделе тела и продолжается далее середины тела. Затем следует средний отдел кишечника и задний, у самки заканчивающийся анальным отверстием (у самца – клоака) на заднем конце тела.

Кровеносная система и органы дыхания отсутствуют, как у всех круглых червей. Трихинеллы раздельнополы. Половая система имеет трубчатое строение, но и у самца, и у самки непарная. Половая система заполняет все тело взрослых трихинелл и прикрывает внутренние органы даже у молодых трихинелл.

Взрослые трихинеллы живут в тонком отделе кишечника хозяина – это кишечная стадия. Личинки внедряются между ворсинками кишечника, через 48 ч нематоды достигают половозрелости, происходит оплодотворение. Оплодотворенные самки в течение суток рожают до 2000 мелких личинок и погибают. Личинки проникают в кровеносные и лимфатические сосуды, с током крови или лимфы разносятся по телу хозяина. Личинки трихинелл оседают в наиболее интенсивно работающих поперечнополосатых мышцах: диафрагме, межреберной мускулатуре, мышцах языка, гортани, шеи, глаз. Они активно внедряются в мышечные волокна, питаются, разрушая мускулатуру, растут – это мышечная стадия развития трихинелл (рисунок 40).



Рисунок 40 – Спирально скрученные неинкапсулированные личинки *Trichinella spiralis* (В.Ф. Капустин, 1953).

Через две недели личинка спирально скручивается, инкапсулируется, то есть вокруг нее образуется соединительнотканная капсула (рисунок 41).

Примерно через 6 месяцев стенки капсулы начинают пропитываться слоями извести, капсула принимает молочно-белый цвет (обызвествляется).

В цикле развития трихинелл один и тот же организм служит как definitivo-хозяином, так и промежуточным хозяином. Трихинеллы – биогельминты, они не выходят в окружающую хозяина среду, а передаются от одного хозяина другому при поедании инвазированного личинками мяса.

Инкапсулированные трихинеллы выживают в мускулатуре в течение многих лет и сохраняют инвазионность.

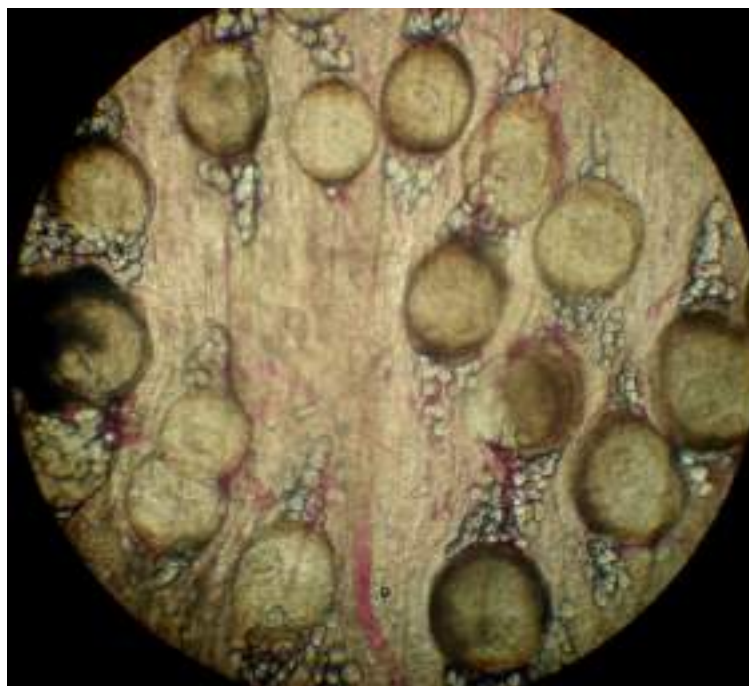


Рисунок 41 – Капсулы трихинелл в мышцах барсука из Окского биосферного заповедника (М. Д. Новак, А. И. Новак, 2011).

Инвазия человека наиболее часто происходит при употреблении в пищу свинины с личинками трихинелл. Свиньи могут быть инвазированы трихинеллами, поедая погибших от трихинеллеза крыс или продукты убоя от зараженных свиней. Крысы преимущественно заражаются в природных очагах (естественных биоценозах), питаясь трупами погибших от трихинеллеза грызунов, кабанов, барсуков, волков, медведей.

*Профилактика:* ветеринарно-санитарная экспертиза свиного мяса и продуктов из него; дератизация (уничтожение грызунов) свинарников; исключение из рациона свиней необезвреженных боенских отходов.

**Задание 6.** Заполните таблицу 1 (самостоятельная работа).

Таблица 1 – Черты сходства и различия различных видов круглых червей

Признаки	Аскарида человеческая	Аскарида свиная	Острица детская	Трихинелла спиральная
1	2	3	4	5
Длина тела самок				
Длина тела самцов				
Наличие везикулы				
Наличие в пищеварительной системе бульбуса				
Размножение яйцами или отрождение живых личинок				
Количество яиц или личинок, продуцируемых самкой в сутки				

1	2	3	4	5
Развитие происходит внутри одного хозяина или со сменой хозяев, с выходом или без выхода во внешнюю среду				
Связь развития со вторичной инвазией				
Название заболевания у хозяина				

**Вопросы для самостоятельной подготовки.**

1. Какими прогрессивными чертами организации обладают первично-полостные черви по сравнению с плоскими?
  2. Чем можно объяснить однообразие морфологических признаков свободноживущих и паразитических нематод?
  3. Почему нематод называют первично-полостными животными?
  4. Каковы функции внутриполостной жидкости?
  5. Чем отличается пищеварительная система у нематод и сосальщиков?
  6. Чем отличается выделительная система круглых и ленточных червей?
  7. Чем отличается строение половой системы круглых червей и сосальщиков?
  8. Каково патогенное значение аскариды для человека?
  9. От каких животных в процессе филогенеза произошли первично-полостные черви?
  10. В какой системе внутренних органов паразитирует человеческая аскарида? Каков цикл развития человеческой аскариды?
  11. На какие экологические группы можно разделить ныне существующих круглых червей? Как они называются? Приведите примеры.
  12. В чем особенность внешнего строения острицы – паразита кишечника человека?
  13. Какие морфологические особенности характерны для трихоцефал?
  14. Какие приспособления к паразитическому образу жизни имеются у круглых червей?
  15. Каковы особенности жизненного цикла Острицы детской? Как предупредить заражение детей этими гельминтами?
  16. Опишите жизненный цикл трихинеллы. В чем опасность заражения для человека?
  17. Какие меры разработаны для профилактики гельминтозов человека и домашних животных?
- Объясните значение следующих терминов:** гиподерма, кутикула, фагоцитарные клетки, фибриллы, везикула, бульбус, сенсиллы, папиллы, половой диморфизм, гиподермальные валики.
- Выпишите термины и их определение в лабораторный журнал.

## Лабораторное занятие № 8

### Особенности строения Кольчатых червей

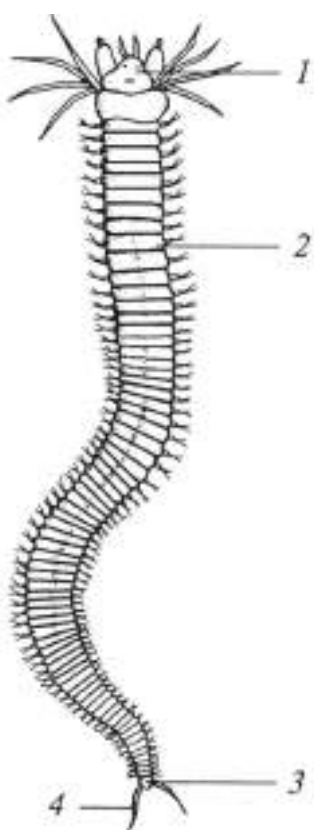
**Цель:**изучить морфологические и анатомические особенности строения многощетинковых и малощетинковых червей, связанные со средой обитания и образом жизни.

**Материалы и оборудование:**микроскопы «Биолам», ручные лупы, чашки Петри, пинцеты, препаровальные иглы, ножницы, ванночки, булавки, стаканчики с водой; микропрепараты:поперечный срез nereиды и дождевого червя; тубусы с nereидой, пескожилом и вскрытым дождевым червем; таблицы и методические пособия.

#### Особенности строения Многощетинковых червей

*Систематическое положение объекта:*

<b>Царство</b>	Животные	Zoa
<b>Подцарство</b>	Многоклеточные	Metazoa
<b>Надраздел</b>	Эуметазои	Eumetazoa
<b>Раздел</b>	Билатеральные	Bilateria
<b>Тип</b>	Кольчатые черви	Annelida
<b>Подтип</b>	Беспоясковые	Aclitellata
<b>Класс</b>	Многощетинковые	Polychaeta
<b>Подкласс</b>	Бродячие	Errantia
<b>Вид</b>	Нереида	Nereis pelagica
<b>Подкласс</b>	Сидячие	Sedentaria
<b>Вид</b>	Пескожил	Arenicolamarina



**Задание 1.** Рассмотрите с помощью ручной лупы внешнее строение nereиды (*Nereis pelagica*) и пескожила (*Arenicolamarina*) на влажном раздаточном материале. Изучите форму тела, туловищные сегменты, параподии, жабры, головной, туловищный и хвостовой отделы. Отметьте отличительные особенности во внешнем строении изучаемых объектов.

Тело nereиды червеобразное, длиной – 6-12 см, состоит из 80-100 сегментов (рисунок 42). Наиболее широкие сегменты находятся в переднем и среднем отделах тела, к заднему концу они постепенно сужаются.

1 – головной отдел; 2 – туловищные сегменты с параподиями; 3 – анальная лопасть; 4 – анальный усик (В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 42 – Nereida.

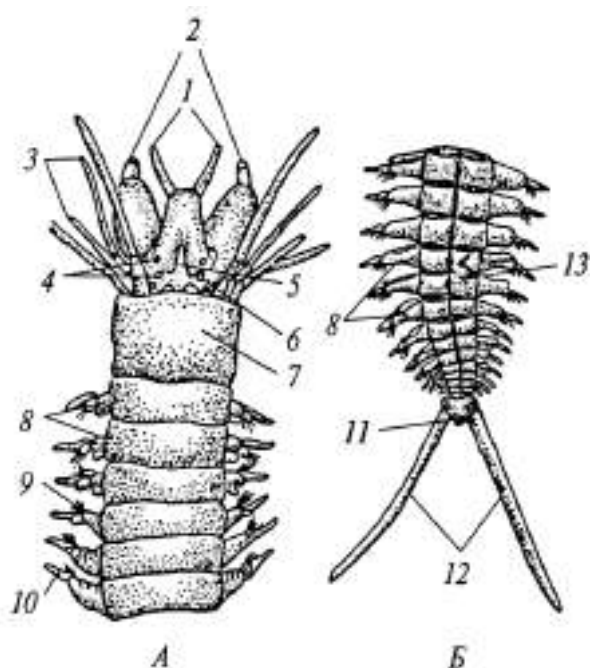
Тело nereиды подразделяется на головной конец, сегментированное туловище и анальную лопасть (пи-



гидий). На спинной стороне головной лопасти, или простомииума, находятся две пары глазков, обонятельные ямки, щупальца, или тентакулы, двучлениковые пальпы. Первый сегмент, или перистомииум, по величине чуть больше сегментов туловища, на брюшной стороне несет ротовое отверстие. На переднем крае с обеих сторон расположены по четыре тонких длинных усика (цирры). Параподии на перистомииуме отсутствуют (рисунки 42, 43).

- А – передний конец тела;  
 Б – задний конец тела: 1 – антенны;  
 2 – пальпы; 3 – перистомииальные усика;  
 4 – глаза; 5 – простомииум; 6 – обонятельная  
 ямка; 7 – перистомииум; 8 – параподии;  
 9 – щетинки; 10 – спинной усик;  
 11 – пигидий; 12 – анальные усика;  
 13 – сегмент (В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 43 – Внешнее строение nereidy.



Многочисленные сегменты туловища, следующие за перистомииумом, имеют одинаковое строение (гомомная сегментация). Их ширина в несколько раз больше длины. По боковым сторонам каждого сегмента находятся выросты с щетинками – параподии. Параподии выполняют локомоторную функцию. Тело nereidy заканчивается анальной лопастью с двумя длинными анальными усиками (рисунки 42, 43).

Пескожил в отличие от свободноживущей nereidy обитает в дугообразной норке, вырытой в прибрежной зоне отмели морей (на литорали). Червь никогда не покидает своего жилища.

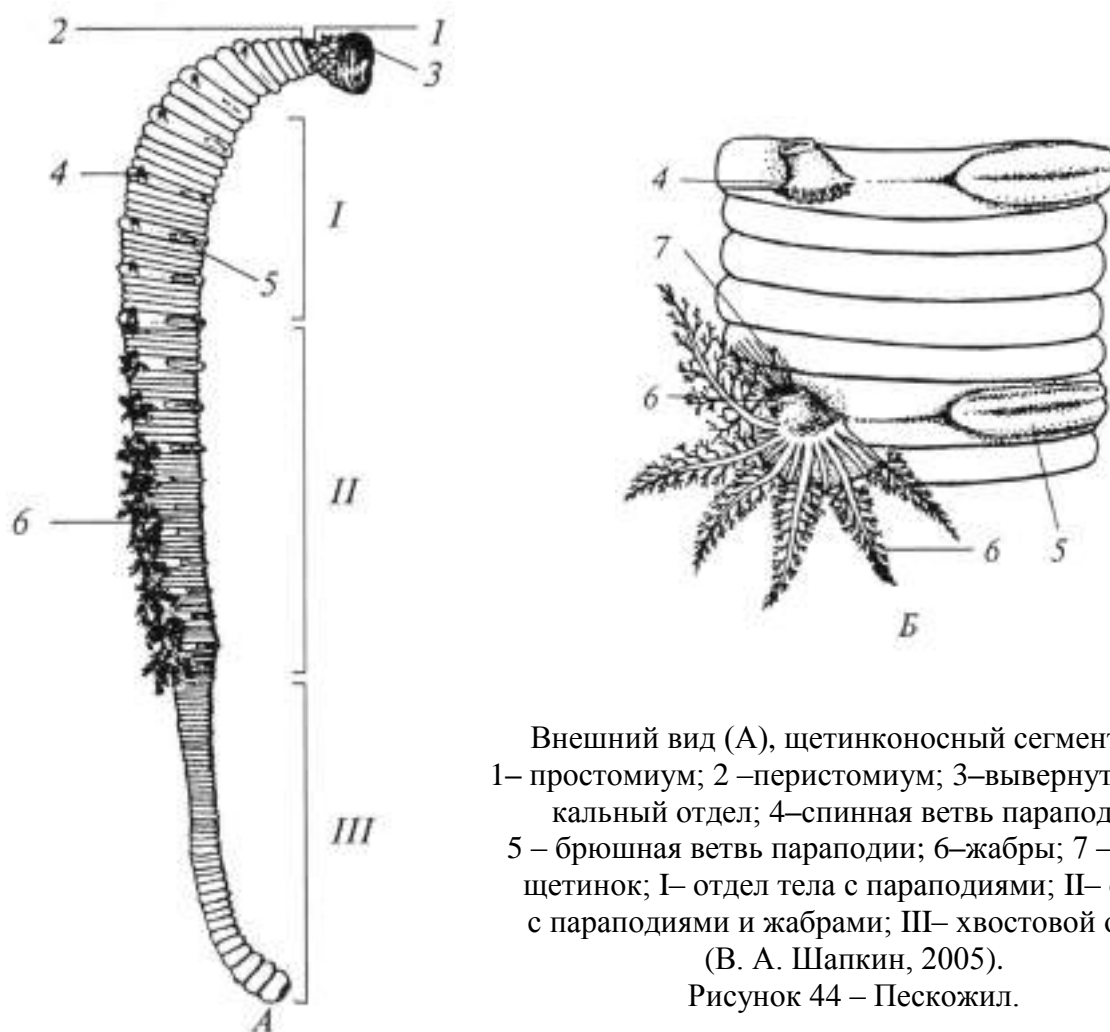
Вода циркулирует в норках в результате перистальтического колебания тела животного. Кольца переднего конца тела шире задних. Поверхность тела бугорчатая, шероховатая, на середине тела видны кустистые наружные жабры (рисунок 44).

Простомииум очень мал, слабо заметен. Вследствие роющего образа жизни пескожил не имеет развитых локомоторных органов. Из сенсорных систем на простомииуме имеются обонятельная ямка и органы зрения – глаза, расположенные на спинной стороне. На брюшной стороне перистомииума расположен рот. Очень часто на фиксированном материале впереди простомииума виден вывернутый буккальный отдел, представляющий собой начальную пищеварительную часть трубки с глоткой.

На покровах тела пескожила наблюдается вторичная кольчатость. Каждому истинному сегменту соответствует 5 наружных колец.

Увеличение числа колец придает телу гибкость и способствует большей подвижности. Различные по форме и строению сегменты делят тело пескожила на три отдела. Первый отдел включает шесть сегментов с параподиями, но без жабр; второй отдел – 13 средних сегментов, снабженных параподиями и

жабрами. Жабры кустистого строения прикрепляются позади нотоподий. Третий отдел, лишенный параподий и жабр, – хвостовой.



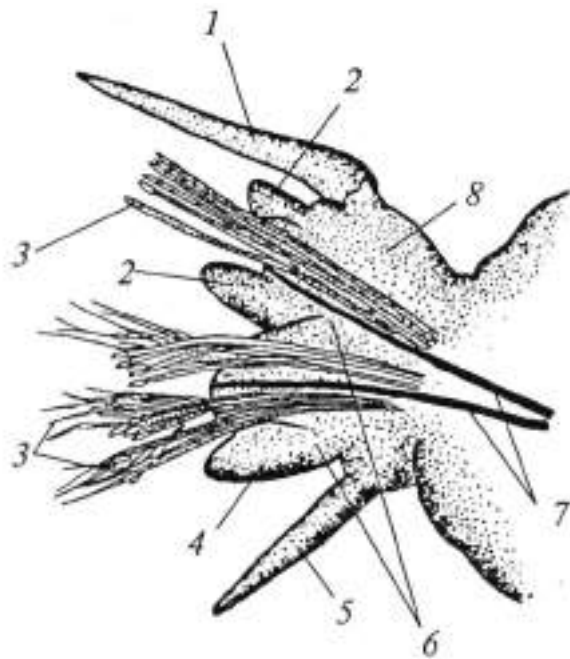
Внешний вид (А), щетинконосный сегмент (Б);  
1– простомииум; 2 –перистомииум; 3–вывернутый бук-  
кальный отдел; 4–спинная ветвь параподии;  
5 – брюшная ветвь параподии; 6–жабры; 7 – пучок  
щетинок; I– отдел тела с параподиями; II– отдел  
с параподиями и жабрами; III– хвостовой отдел  
(В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 44 – Пескожил.

**Задание 2.** Рассмотрите строение параподии nereиды на рисунке 45. Изучите нотоподию, невроподию, расположение опорных щетинок, брюшной и спинной усики. Зарисуйте строение параподии nereиды. Обозначьте щетинки, усики, ацикулу, лопасти нотоподия и невроподия.

Параподии представляют собой мускулистые парные боковые выросты стенок туловищных сегментов (рисунок 45). Состоят из основания и двух ветвей – спинной (нотоподия) со спинным усиком и брюшной (нвроподия) с брюшным усиком. У многих видов полихет спинной усик превращается в перистые жабры.

Ветви параподий имеют неодинаковый набор щетинок: на спинной стороне один пучок щетинок, на брюшной – два. В каждой из ветвей щетинок выделяется одна мощная опорная щетинка – ацикула. Пучки веерообразных мышц, расположенных по бокам кожно-мускульного мешка, приводят в движение параподию, выполняющую роль органа, обеспечивающего передвижение в воде, ползание по грунту.



1 – спинной усик, 2 – лопасти нотоподия, 3 – щетинки, 4 – лопасти невроподия, 5 – брюшной усик, 6 – невроподий, 7 – ацикулы, 8 – нотоподий  
(В. А. Шапкин, 2005).

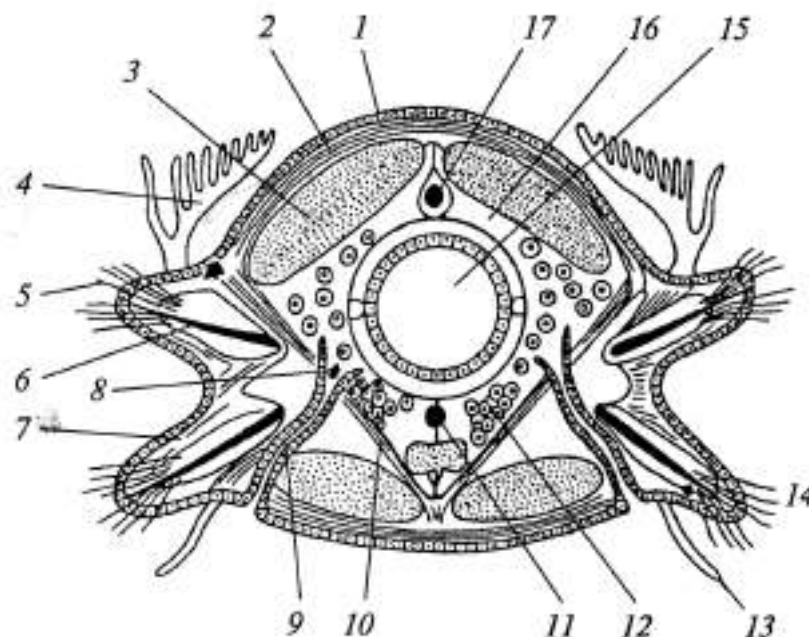
Рисунок 45 – Параподия нереиды.

Зарисуйте внешний вид нереиды и пескожила, головной отдел нереиды, щетинконосный сегмент пескожила.

Обозначьте на рисунках простомуиум

и перистомуиум, хвостовой отдел нереиды и пескожила, антенны, пальпы, перистомиальные усики, глаза, обонятельные ямки, параподии нереиды, жабры, пучки щетинок щетинконосного сегмента пескожила.

**Задание 3.** Изучите на микропрепарате поперечный срез многощетинкового червя.



1 – эпителий; 2– кольцевые мышцы; 3– продольные мышцы; 4 – спинной усик (жабра); 5 – нотоподий; 6 – опорная щетинка (ацикула); 7 – невроподий; 8 – воронка нефридия; 9 – канал нефридия; 10 – косая мышца; 11 – брюшной кровеносный сосуд; 12 – яичник; 13 – брюшной усик; 14 – щетинки; 15 – кишка; 16 – целом; 17 – спинной кровеносный сосуд (В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 46 – Поперечный срез многощетинкового червя.

Зарисуйте поперечный срез полихеты. Обозначьте строение кутикулы, од-

нослойного кожного эпителия, кольцевую и продольную мускулатуру, вторичную полость тела и расположенные в нем сосуды кровеносной системы, мезентерий, кишечник, нефридиальные каналы, брюшную нервную цепочку.

Кожно-мускульный мешок полихет на поверхности имеет тонкую кутикулу, образованную однослойным кожным эпителием. Под кожным эпителием располагается кольцевая и продольная мускулатура. Продольная мускулатура представлена четырьмя лентами (две спинные и две брюшные).

Органами дыхания являются кожные покровы, обильно снабженные капиллярной системой, у некоторых имеются спинные кожные жабры.

Выделительная система представлена метанефридиями. Отдельный метанефридий состоит из воронки, снабженной ресничками, извитым каналом, выделительным отверстием, открывающимся на брюшной стороне наружу. В каждом сегменте функционируют два метанефридия (рисунок 46).

### *Особенности строения Малоцетинковых червей*

*Систематическое положение объекта:*

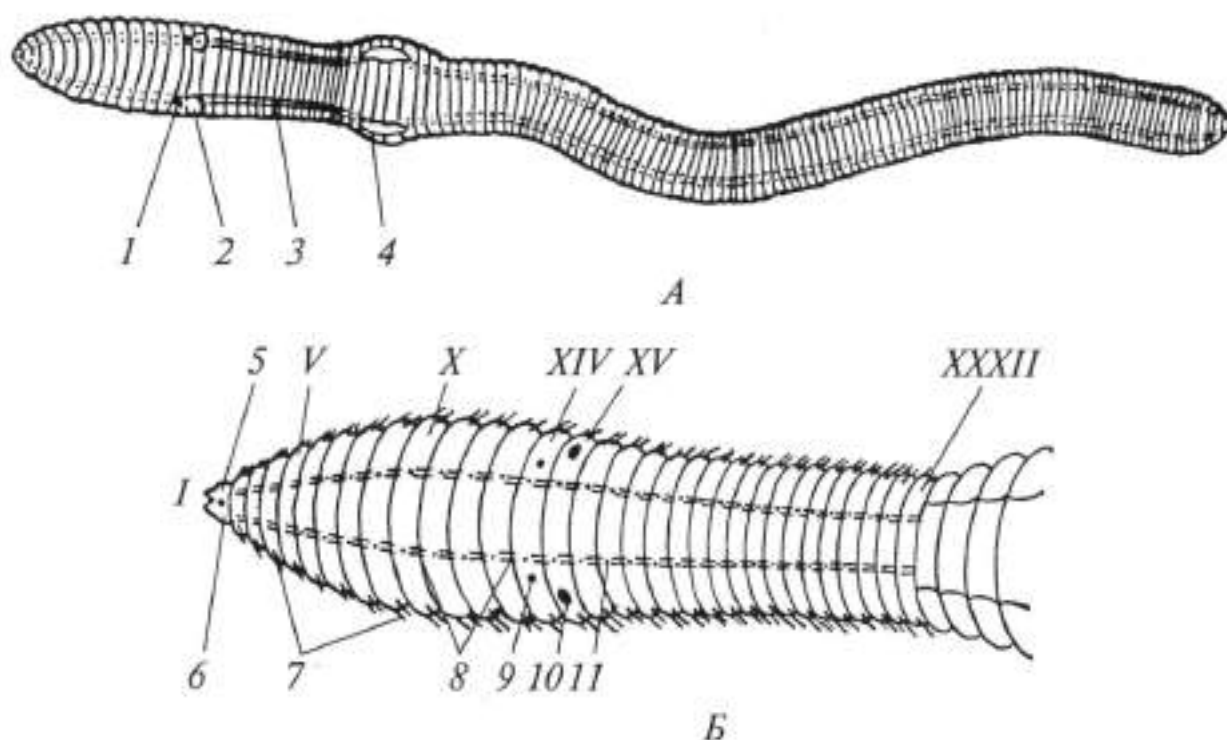
<b>Царство</b>	Животные	Zoa
<b>Подцарство</b>	Многоклеточные	Metazoa
<b>Надраздел</b>	Эуметазои	Eumetazoa
<b>Раздел</b>	Билатеральные	Bilateria
<b>Тип</b>	Кольчатые черви	Annelida
<b>Подтип</b>	Поясковые	Clitellata
<b>Класс</b>	Малоцетинковые	Oligochaeta
<b>Отряд</b>	Высшие олигохеты	Lumbricomorpha
<b>Семейство</b>	Люмбрициды	Lumbricidae
<b>Вид</b>	Дождевой червь	Lumbricus terrestris

**Задание 4.** С помощью ручной лупы рассмотрите у живого дождевого червя (*Lumbricus terrestris*) окраску, форму тела, головной, туловищный и хвостовой отделы, брюшную и спинную стороны, щетинки, их расположение, поясок. Изучите способы движения червя по бумаге и стеклу.

Зарисуйте внешнее строение дождевого червя. Обозначьте простомииум, перистомииум, ряды щетинок, мужские и женские половые отверстия, поясок, количество в нем сегментов (рисунок 47).

Тело червя вытянутое, округлое, сегментированное. В передней части тела сегменты крупнее и массивнее задних. Окраска олигохет варьирует у разных видов от серовато-бурой, даже коричневой, до красновато-фиолетовой. Окраска спины более интенсивная, чем окраска брюшной стороны тела. Тело червя состоит из трех отделов: головной лопасти, туловища, хвостовой лопасти. Головная лопасть, или простомииум, выполняет функцию обоняния и осязания. В отличие от многощетинковых кольцецов видимые органы чувств на простомииуме олигохет отсутствуют. Первый сегмент, или перистомииум, снабжен ротовым отверстием, расположенным на брюшной стороне. Туловищные сегменты, или кольца, гомономны. Каждый сегмент, кроме ротово-

гой анального, снабжен четырьмя двойными рядами щетинок. Хвостовой отдел очень мал и представлен анальной лопастью, или пигидиумом с анальным отверстием на брюшной стороне.



А – вид с брюшной стороны; Б – передний конец тела (вид с брюшной стороны при большом увеличении, римскими цифрами обозначены сегменты тела):  
 1 – женское половое отверстие; 2 – мужское половое отверстие; 3 – желобок между мужским половым отверстием и пояском; 4 – поясок; 5 – рот; 6 – перистомиум;  
 7 – боковые щетинки; 8 – брюшные щетинки; 9 – женское половое отверстие;  
 10 – мужское половое отверстие; 11 – отверстия метанефридиев (В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 47 – Внешнее строение дождевого червя.

Движение дождевого червя совершается посредством перистальтических сокращений тела. Вначале сокращается кольцевая мускулатура переднего участка тела. Он утончается и вытягивается вперед. Затем сокращается продольная мускулатура, передний конец утолщается, и к нему подтягиваются задние сегменты. На поверхности тела животного можно видеть переменное вытягивание и расширение различных участков тела. Движение вперед и зарывание червя в почву обеспечиваются мускулатурой, перетеканием полостной жидкости и щетинками. При движении животного щетинки упираются дистальными концами в стенки норки. Щетинки на поверхности червя можно почувствовать, если провести подушечками пальцев вдоль его тела. Дистальные концы щетинок направлены назад и ощущаются в момент движения пальца от заднего конца тела к переднему. При движении дождевого червя по бумаге щетинки создают очень слабый шелестящий звук.

У половозрелых особей с 32-го по 37-й сегмент развивается поясок, имеющий седловидную форму. Поясок образуется выделениями многочислен-

ных одноклеточных слизистых и белковых желез. При тщательном рассмотрении относительно больших особей на брюшной стороне на 15-м сегменте можно увидеть пару щелевидных мужских половых отверстий, на 14-м сегменте – пару округлых женских половых отверстий.

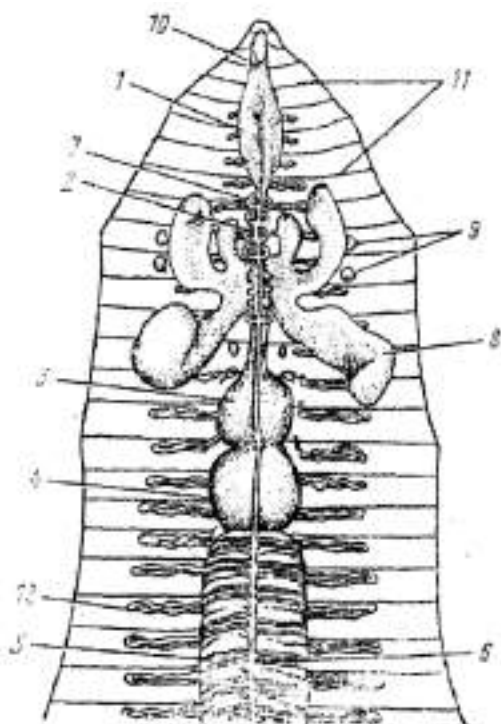
**Задание 5.** Проведите вскрытие дождевого червя, изучите его внутреннее строение.

Положите дождевого червя в препаровальную ванночку спинной стороной вверх, немного растяните его и закрепите булавками передний и задний концы тела. Головной конец закрепите двумя булавками на уровне 3-го сегмента, иначе легко разрушить головной нервный узел.

Скальпелем или лезвием безопасной бритвы по спинной стороне сделайте продольный разрез кожно-мускульного мешка длиной 1-2 см (разрез вести параллельно спинному кровеносному сосуду, не задевая его).

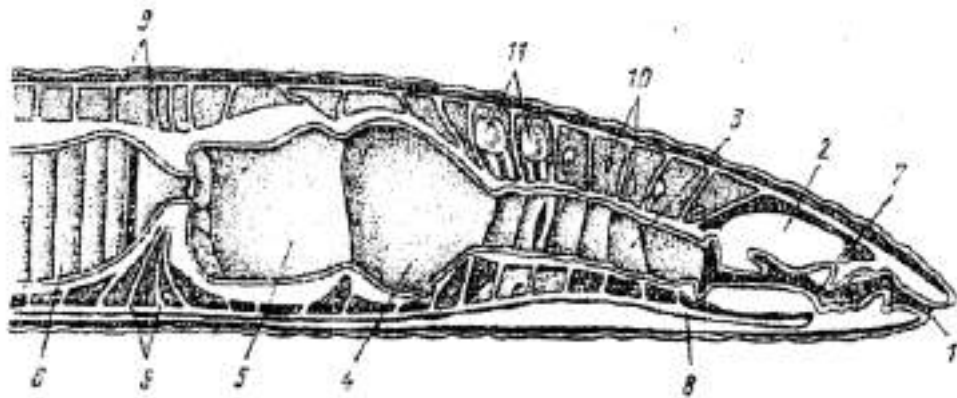
Ножницами продолжите разрез к переднему и заднему концам тела, стараясь не повредить кишечник (особая осторожность необходима при вскрытии передней части тела). Края разреза придерживайте пинцетом, подрезая скальпелем поперечные перегородки – диссепименты. Затем отогните края в стороны и приколите булавками ко дну ванночки. Булавки следует втыкать попарно, сильно не растягивая кожно-мускульный мешок, чтобы не порвать.

Разрез стенки тела дает возможность проникнуть во вторичную полость тела – целом, в котором видна кишечная трубка (рисунки 48, 49). Рассмотрите по бокам кишечника тоненькие поперечные перегородки – диссепименты, разделяющие полость тела на отдельные участки, соответствующие наружной кольчатости сегментов.



- 1 – глотка; 2 – пищевод; 3 – зоб; 4 – мускульный желудок; 5 – кишка; 6 – спинной кровеносный сосуд; 7 – кольцевые сосуды в области пищевода; 8 – семенные мешки; 9 – семяприемники; 10 – надглоточный ганглий; 11 – диссепименты; 12 – метанефридии (Е. А. Веселов, 1979).

Рисунок 48 – Вскрытый головной конец дождевого червя.



1 – рот; 2 – глотка; 3 – пищевод; 4 – зоб; 5 – желудок; 6 – средняя кишка;  
 7 – надглоточный нервный узел; 8 – брюшная нервная цепочка; 9 – диссепименты;  
 11 – метанефридии; 12 – семенные мешочки (Е. А. Веселов, 1979).  
 Рисунок 49 – Продольный разрез передней части тела дождевого червя.

Налейте в ванночку воду так, чтобы она покрыла червя. Начните изучение внутренних органов с помощью лупы. Рассмотрите пищеварительную систему. Рот ведет в мускулистую глотку (расположена в области 2-6-го сегментов). Проследите, как глотка переходит в довольно длинный пищевод (7-13-й сегменты), в который впадают на 10, 11 и 12-м сегментах не всегда ясно выраженные три пары известковых желез – морреновские железы (удается иногда увидеть, приподняв семенные мешки). В морреновских железах вырабатывается известь, которая выделяется в пищевод и нейтрализует гумусовые кислоты почвы, которой питается червь.

Найдите в области 14-15-го сегментов зоб (расширение пищевода), за которым расположен толстостенный мускулистый желудок, служащий для механической обработки пищи. Разницу в толщине стенок этих двух отделов нетрудно обнаружить прикосновением пинцета или препаровальной иглы. Проследите, как мышечный желудок переходит в очень длинную среднюю кишку. Перерезав ее поперек в задней части тела, можно убедиться, что она имеет на спинной стороне продольную складку – тифлозолис, благодаря которой увеличивается всасывательная поверхность кишки. Средняя кишка незаметно переходит в короткую заднюю, заканчивающуюся анальным отверстием.

Рассмотрите хорошо заметные на фоне кишечника основные кровеносные сосуды, выделяющиеся у живого или недавно умерщвленного червя ярко-красным цветом. Кровь дождевого червя имеет красную окраску благодаря растворенному в плазме гемоглобину. Найдите проходящий вдоль спинной стороны кишечника спинной кровеносный сосуд, стенки которого сокращаются; по нему кровь течет от заднего конца тела к переднему. Приподнимите перерезанную часть кишки – здесь виден проходящий под ней продольный брюшной кровеносный сосуд, в котором кровь движется от переднего конца тела к заднему. Видно, что оба сосуда соединены многочисленными кольцевыми сосудами, огибающими стенки кишечника. Особенно мощные сосуды имеются в области пищевода – это так называемые «сердца» (рисунок 48). Ритмическая пульсация их мускулистых стенок обеспечивает движение кро-

ви по сосудам. Расположение некоторых более мелких продольных сосудов лучше изучить на поперечном срезе червя (рисунок 50). Кровеносная система дождевого червя замкнутая. Кровь течет только по сосудам, с полостью тела не связана. Кровь транспортирует питательные вещества и обеспечивает газообмен.

Органы дыхания отсутствуют. Дыхание совершается через кожу, в которой проходит густая сеть кровеносных капилляров. Кислород диффундирует через влажную поверхность кожи в кровь, протекающую по капиллярам, а из крови в наружную среду выделяется углекислый газ, накопившийся в тканях в результате дыхания клеток.

Рассмотрите с помощью лупы, слегка покачивая ванночку с вскрытым червем, между диссепиментами по обе стороны кишечника тонкие беловатые извилистые трубочки. Это органы выделения – метанефридии. В каждом сегменте (кроме трех первых и последнего) имеется по паре метанефридиев, поэтому их называют метамерными органами. Для ознакомления со строением метанефридия необходимо отделить его при помощи пинцета и, поместив на предметное стекло в каплю воды рассмотреть при малом увеличении микроскопа. Метанефридий начинается небольшой воронкой – нефростомом, по краям которого имеются многочисленные мерцательные реснички. Воронка широким концом открывается в полость тела, а узким прободает диссепимент и соединяется (в следующем сегменте) с выделительным канальцем, который образует несколько петель, расширяется в пузырек и открывается особым отверстием наружу. Самих воронок не видно, можно рассмотреть только выделительный канал. Метанефридии располагаются попарно: с левой и правой сторон от кишечника. Таким образом, в каждом сегменте дождевого червя (кроме трех передних и последнего заднего) на брюшной стороне имеется по паре выделительных отверстий (рассмотреть их трудно). Конечные продукты обмена веществ попадают из клеток и тканей организма в полостную жидкость, а затем удаляются наружу метанефридиями.

Помимо метанефридиев в выделении участвуют хлорогеновые клетки, покрывающие тонким буро-желтым налетом поверхность кишечника. Если поскрести препаровальной иглой поверхность кишки, от нее отходит тонкая муть, состоящая из этих клеток. Хлорогеновые клетки накапливают резервные питательные вещества и, кроме того, в них собираются продукты обмена веществ – экскреты, в виде желтовато-бурых зерен. Наполнившись экскретами, эти клетки отмирают, а их содержимое попадает в полость тела и удаляется метанефридиями.

Половая система дождевого червя расположена в области пищевода и зоба (9-15-й сегменты). Дождевые черви – гермафродиты. Далеко не все части половой системы удастся видеть невооруженным глазом. Половые железы (семенники и яичники) вообще можно рассмотреть только в период размножения (в другое время они так малы, что различить их трудно). Прежде всего, заметны три пары семенных мешков в виде больших образований белого цвета, находящихся в области 9, 11 и 12-го сегментов. Медиальными конца-



ми они сливаются в общий непарный мешок, прикрываемый сверху пищеводом. Семенные мешки служат резервуаром для сперматозоидов, вырабатываемых двумя парами семенников, залегающих внутри непарной части семенных мешков. Напротив каждого семенника имеется воронка, соединенная с семявыносящим каналом. Оба канала правой стороны сливаются в правый семяпровод, каналы левой стороны – в левый семяпровод. Семяпроводы открываются наружу на брюшной стороне 15-го сегмента парой мужских половых отверстий. Рассмотреть семяпроводы не удастся – они неразличимы на обычном препарате.

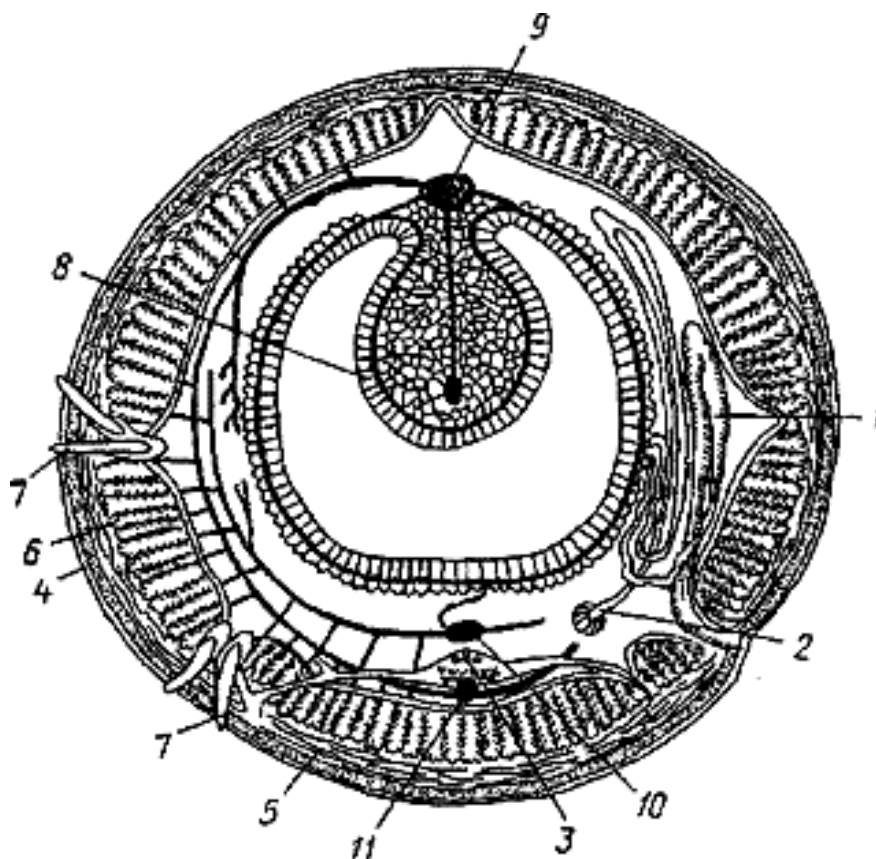
Женская половая система состоит из пары яичников, которые расположены в 13-м сегменте. Поблизости находятся воронки яйцеводов, открывающиеся наружу в 14-м сегменте парой женских половых отверстий. Яйцеводы невооруженным глазом обнаружить невозможно даже в период размножения. К женской половой системе относятся также две пары семяприемников (в 9-м и 10-м сегментах), каждый из них открывается наружу отверстием. Рассмотрите семяприемники с помощью лупы, отодвинув пинцетом семенные мешки.

Оплодотворение происходит следующим образом. Два червя, встретившись в почвенных ходах, прикладываются друг к другу брюшными сторонами, так что задние концы их тела направлены в противоположные стороны и склеиваются слизью, выделяемой поясками. Каждый партнер выделяет капельки спермы, которая засасывается в семяприемник другого партнера. После обмена спермой черви расходятся. К моменту откладки яиц поясок червя выделяет слизь, образующую муфту. Дождевой червь, выползая из муфты, откладывает в нее яйца и выделяет из семяприемников капельку спермы своего партнера по копуляции. После того, как червь выползает из слизистой муфты, края ее слипаются, и она превращается в кокон. Кокон лежит в почве, и внутри них происходит развитие молодых червей.

Нервная система дождевого червя состоит из надглоточного и подглоточного ганглиев, соединенных комиссурами, и брюшной нервной цепочки. Надглоточный, или мозговой, ганглий состоит из двух узлов, сливающихся вместе. Мозговой и подглоточный ганглий с их комиссурами образуют окологлоточное нервное кольцо. Удалите часть кишечника и рассмотрите с помощью лупы брюшную нервную цепочку. Брюшная нервная цепочка состоит из поsegmentно расположенных узлов, связанных между собой комиссурами. У вскрытого червя она желтовато-белого цвета.

Зарисуйте внутреннее строение дождевого червя.

**Задание 6.** Рассмотрите микропрепарат поперечного среза дождевого червя при малом увеличении микроскопа. Изучите строение покровов, мышечную систему, щетинки, полость тела, пищеварительную, выделительную, кровеносную, нервную системы. Сравните с рисунком 50.



1—канал метанефридия; 2—воронка метанефридия; 3—брюшная нервная цепочка; 4— эпителий; 5 – кольцевая мускулатура; 6 – продольная мускулатура; 7—щетинки; 8— кишечник с тифлозолом (снаружи покрыт хлорогеной тканью);9– спинной кровеносный сосуд;10– брюшной кровеносный сосуд;11– субневральный сосуд (В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 50 – Поперечный срез тела дождевого червя.

Снаружи тело дождевого червя покрыто кожно-мускульным мешком. Наружный его слой – кутикула – состоит из тончайших волокон. Однослойный эпителий расположен под кутикулой и снабжен многочисленными одноклеточными железами. Под эпителием залегает относительно тонкий слой кольцевой мускулатуры и толстый слой продольной мускулатуры. Мышечные слои четырьмя рядами щетинконосных мешочков разделены на пару боковых и пару спинных лент. Кожно-мускульный мешок отделен от вторичной полости тела однослойным перитонеальным эпителием, изнутри вплотную прилегающим к этому мешку. В центре целома расположен кишечник, стенки которого образованы однослойным эпителием и снаружи (со стороны целома) покрыты слоем хлорогеновых клеток (рисунок 50). Среди хлорогеновых клеток на спинной стороне кишечника находится кровеносный сосуд. Брюшной кровеносный сосуд подвешен двухслойной складкой, мезентерием, под кишечником. В просвет кишечника со спинной стороны погружается складка его стенки – тифлозоль. Нервная система представлена нервной цепочкой на брюшной стороне. По бокам от кишечника в целома каждого сегмента расположена пара метанефридиев с воронками.

Зарисуйте поперечный срез дождевого червя в области кишечника. Обозначьте кутикулу, однослойный эпителий, кольцевую и продольную

мускулатуру, щетинки, целомический эпителий, целом, спинной и брюшной кровеносные сосуды, мезентерий, кишечник, тифлозоль, хлорагогенные клетки, метанефридий, брюшную нервную цепочку.

***Вопросы для самостоятельной подготовки.***

1. Какими прогрессивными чертами организации обладают полихеты в сравнении с круглыми и плоскими червями?
2. Каковы особенности внешнего строения полихет?
3. Чем представлены кровеносная и дыхательная системы полихет? От чего зависит степень их развития?
4. Почему полихет называют вторично-полостными животными? Чем отличается вторичная полость тела от первичной?
5. Каковы особенности строения нервной системы полихет в сравнении с круглыми червями?
6. В чем сходство и различие пищеварительной системы хищных и сидячих полихет?
7. Как устроена половая система полихет? Каковы особенности их размножения?
8. Каково строение выделительной системы полихет? Объясните отличие метанефридиев от протонефридиев.
9. Как взаимосвязаны кровеносная и дыхательная системы полихет? От чего зависит степень их развития?
10. Каковы отличительные особенности во внешнем строении олигохет и полихет?
11. Наблюдаются ли различия в строении кожно-мускульного мешка олигохет и полихет?
12. Назовите черты адаптивной специализации олигохет к обитанию в почве и воде?
13. Чем отличается полость тела олигохет от полости тела полихет? Каковы ее функции и значение?
14. В чем принципиальное отличие кровеносной системы олигохет от кровеносной системы полихет?
15. Как можно объяснить вертикальные миграции дождевых червей в течение года, по сезонам года?
16. Где и в каком состоянии находятся дождевые черви зимой?
17. Как размножаются дождевые черви?

***Объясните значение следующих терминов:*** ацикулы, эпитокия, архитомия, диссепимент, капилляры, метамерия, метанефридии, метатрохофора, мезодерма, нотоподия, пароподия, мезентерий, метагенез, пигидий, зоб, хлорагогенная ткань, тифлозоль, регенерация, целом, целомический эпителий, железистый поясok. Выпишите термины и их значение в лабораторный журнал.

## Лабораторное занятие № 9

### Особенности строения Моллюсков

**Цель:**изучить морфологию брюхоногих и двустворчатых моллюсков, познакомиться с их видовым разнообразием.

**Материалы и оборудование:**ручные лупы; наборы раковин пресноводных моллюсков аборигенной фауны; тубусы с заключенными в них виноградными улитками, вынутыми из раковин, со вскрытой мантийной полостью и отпрепарированными внутренними органами, беззубками и перловицами; таблицы и методические пособия.

#### Особенности строения Брюхоногих моллюсков

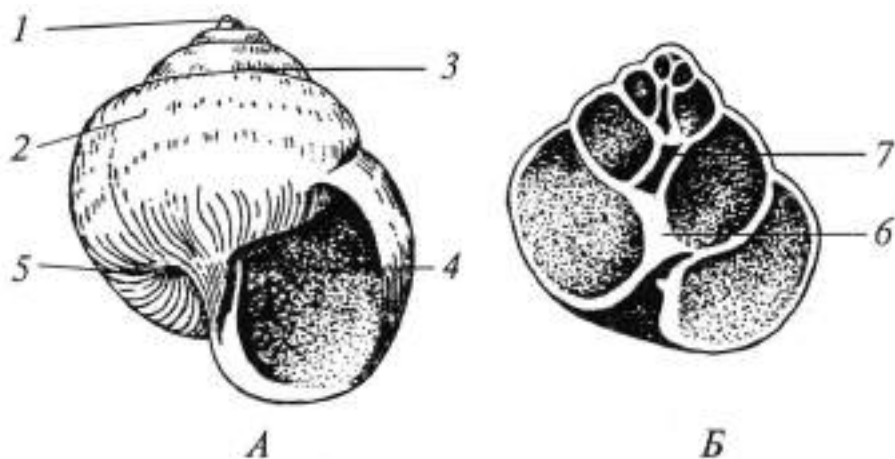
*Систематическое положение объекта:*

<b>Царство</b>	Животные	Zoa
<b>Подцарство</b>	Многоклеточные	Metazoa
<b>Надраздел</b>	Эуметазои	Eumetazoa
<b>Раздел</b>	Билатеральные	Bilateria
<b>Тип</b>	Моллюски	Mollusca
<b>Подтип</b>	Раковинные	Conchifera
<b>Класс</b>	Брюхоногие	Gastropoda
<b>Подкласс</b>	Легочные	Pulmonata
<b>Отряд</b>	Стебельчатоглазые	Stylommatophora
<b>Виды</b>	Улитка виноградная	Helixpomatia
<b>Отряд</b>	Сидячеглазые	Basommatophora
	Прудовикобыкновенный	Lymnaeastagnalis

**Задание 1.**Изучите строение раковины виноградной улитки (*Helixpomatia*):высоту и ширину, устье, вершину, количество и расположение завитков. Определите направление закрученности спиралей завитков. На поперечном распиле раковины рассмотрите колонку, или столбик, пупок.

Зарисуйте строение продольного распила раковины виноградной улитки. Обозначьте вершину, столбик, шов, завиток.

Раковина виноградной улитки имеет устье, вершину и завиток. Устье ведет в полость раковины. Противоположный конец называется вершиной. Часть раковины между вершиной и устьем образована завитками. Постепенно расширяющиеся завитки начинаются от вершины. У взрослой виноградной улитки раковина имеет 4 оборота. Границу соприкосновения оборотов завитков называют швом. Расстояние от нижнего края устья до вершины составляет высоту раковины. Закрученная спираль завитков, соприкасающаяся своими внутренними стенками с осью стержня, образует плотную колонку, или столбик. Столбик внутри раковины располагается по центру и связывает вершину раковины с пупком. Пупок представляет собой углубление на раковине около внутреннего края устья. Колонку можно рассмотреть на продольном распиле раковины (рисунок51).



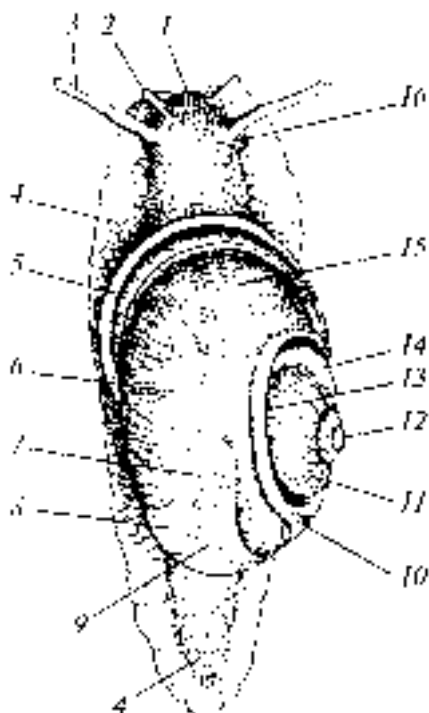
А – внешний вид; Б – распил; 1 – вершина; 2 – обороты раковины; 3 – шов; 4 – устье; 5 – пупок; 6 – столбик; 7 – полость столбика (В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 51 – Строение раковины виноградной улитки.

**Задание 2.** Рассмотрите и изучите внешнее строение виноградной улитки с удаленной раковиной в тубусах. Изучите органы, расположенные на голове, туловище, ноге.

Зарисуйте внешнее строение виноградной улитки. Обозначьте голову, ногу, туловище, губное и глазное щупальца, мантию, наружное отверстие почки, анальное отверстие, дыхательное отверстие, половое отверстие.

Тело моллюска состоит из трех отделов – головы, туловища и ноги (рисунок 52). Передний конец тела представлен головой, снабженной ртом. На спинной стороне головы находятся короткие губные щупальца, выше располагаются более удлиненные глазные щупальца. Чуть ниже правого глазного щупальца находится половое отверстие. Мускулистая нога, служащая для передвижения моллюска, широкая, плоская, овальная. Голова и нога двустороннесимметричные. Туловище, или внутренностный мешок, в котором находятся внутренние органы, располагается на спинной части ноги, позади головы. Внутренностный мешок асимметричен.



1 – голова; 2 – губное щупальце; 3 – глазное щупальце; 4 – нога; 5 – край мантии; 6 – легочные сосуды; 7 – легочная вена; 8 – перикардий с сердцем; 9 – почка; 10 – мочеточник; 11 – печень; 12 – вершина внутренностного мешка; 13 – колломеллярный мускул; 14 – белковая железа; 15 – мантия; 16 – половое отверстие (В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 52 – Виноградная улитка, извлеченная из раковины (вид со спинной стороны).

легких. Легкое – это видоизмененная мантийная полость. Воздух в легкое, или мантийную полость, поступает через дыхательное отверстие, расположенное под раковиной с правой стороны рядом с анальным отверстием. Мантия по краю устья срастается с раковиной на всем протяжении, кроме анального и дыхательного отверстий.

**Задание 3.** Рассмотрите внутреннее строение виноградной улитки на отпрепарированных моллюсках, заключенных в тубусы. Изучите строение пищеварительной, кровеносной, экскреторной, репродуктивной систем по рисунку 53.

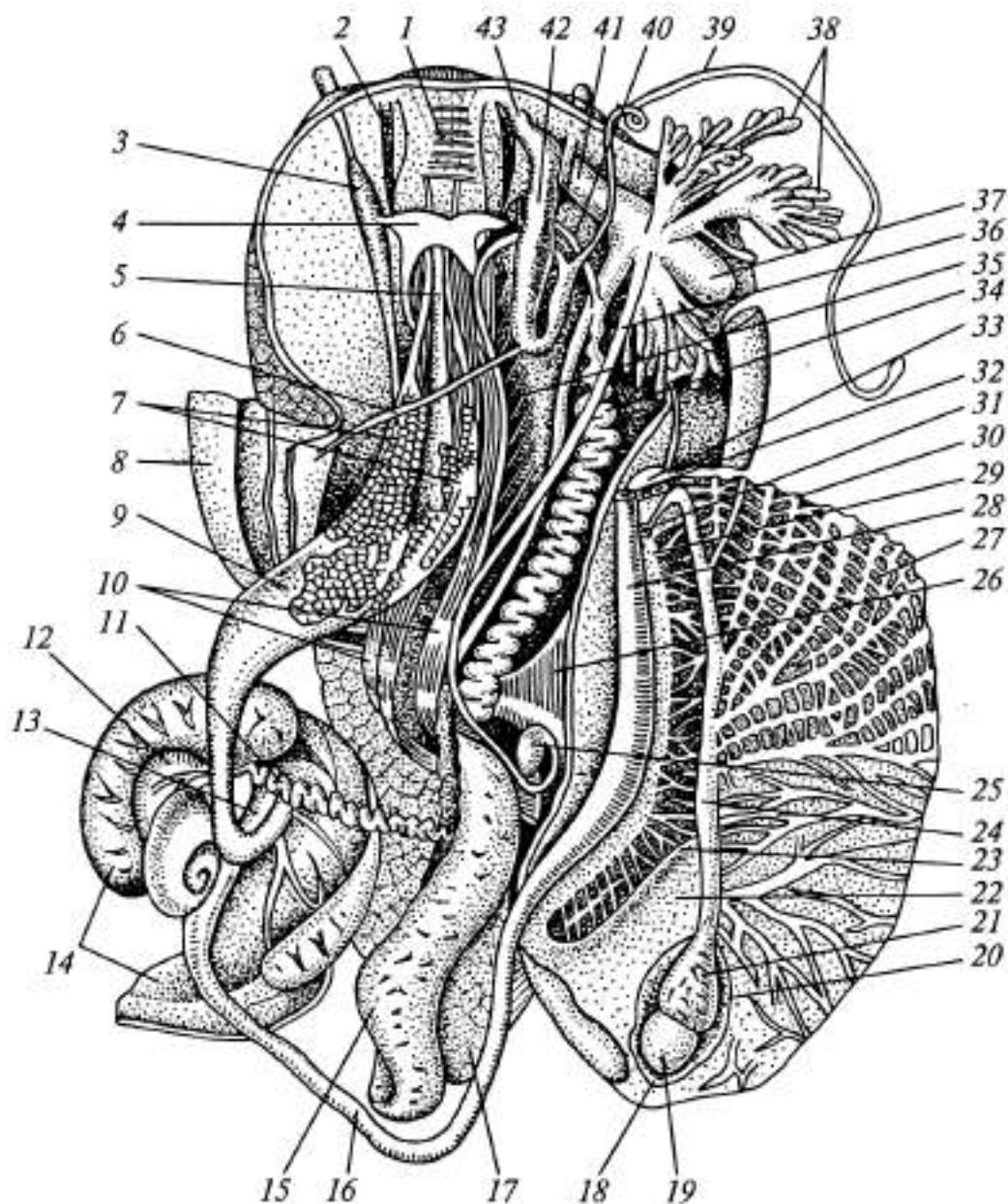
Пищеварительная система моллюска представлена мышечной глоткой, пищеводом, постепенно переходящим в объемистый конусовидный зоб. За ним идет мешковидный желудок, в который впадают протоки трубчатой железы – печени. От желудка берет начало тонкая кишка, затем следует задняя кишка, заканчивающаяся анальным отверстием, расположенным над головой, рядом с выделительным отверстием.

Виноградные улитки гермафродиты. Половая железа одна. Продуцируемые железой женские и мужские половые клетки поступают в непарный извитой гермафродитный проток. На участке перехода тонкого извитого гермафродитного канала в расширенную трубку впадает проток белковой железы. Расширенный участок канала, идущий после впадения протока белковой железы, разделяется на два, вначале соединенных вместе. Один из них с большим диаметром – яйцевод, транспортирующий яйцеклетки, другой узкий – семяпровод, проводящий семя. Ближе к голове оба протока разделяются на самостоятельно функционирующие каналы. Яйцевод переходит в матку. В ее объемистую мешковидную часть впадают протоки пальчатых желез, мешок любовных стрел – известковые иголки. Матка посредством влагалища открывается половым отверстием в клоаку.

К женской половой системе относится семяприемник, проток которого также связан с маткой. Семяприемник служит вместилищем для хранения семени, полученного от другой особи.

Мужская половая система включает семяпровод, в который впадает железа бич в виде длинного узкого жгута. Семяпровод переходит в расширенный семяизвергательный канал, пронизывающий совокупительный орган – пенис, открывающийся в половую клоаку.

На внутренней стороне мантии, отвернутой в правую сторону, хорошо просматривается сеть мельчайших кровеносных сосудов, по которым кровь, очищенная от углекислого газа и снабженная кислородом, собирается в центральную легочную вену, впадающую в сердце. Вначале кровь по вене попадает в предсердие, затем в желудочек. Справа от перикардия находится почка, вплотную примыкающая к легочной вене. Передним концом, метанефридальной воронкой, почка соединяется с перикардием. Противоположный канал связан с внешней средой выделительным отверстием, расположенным вблизи дыхальца.



1 – глотка; 2–впяченное внутрь губное щупальце; 3–впяченное внутрь глазное щупальце; 4–церебральные ганглии; 5 – пищевод; 6–ретрактор пениса; 7 – слюнные железы; 8– мантия; 9 –зоб; 10–ретракторы головы, глотки и щупалец; 11– гермафродитный проток; 12–гермафродитная железа; 13–желудок; 14–печень; 15– белковая железа; 16 –тонкая кишка; 17–задний конец ноги; 18–реноперикардальное отверстие; 19– желудочек; 20–перикардий; 21–предсердие; 22 –почка; 23–первичный мочеточник; 24 – легочная вена; 25–семяприемник; 26– колюмеллярный мускул; 27–выносящий сосуд легкого; 28–прямая кишка; 29–вторичный мочеточник; 30–приносящий сосуд легкого; 31– наружное почечное отверстие; 32–анальное отверстие; 33– край дыхательного отверстия; 34–семяяцепровод; 35–педальные ретракторы; 36–канал семяприемника; 37– мешок любовной стрелы; 38–пальцевидные железы; 39–flagellum (бич); 40– семяпровод; 41–влагалище; 42–мешок пениса; 43–половая клоака (В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 53 –Внутреннее строение виноградной улитки (вид со спинной стороны).

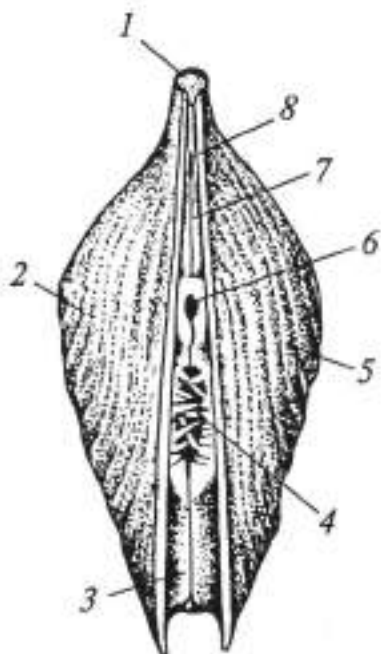
## Особенности строения Двустворчатых моллюсков

Систематическое положение объекта:

<b>Царство</b>	Животные	Zoa
<b>Подцарство</b>	Многоклеточные	Metazoa
<b>Надраздел</b>	Эуметазои	Eumetazoa
<b>Раздел</b>	Билатеральные	Bilateria
<b>Тип</b>	Моллюски	Mollusca
<b>Подтип</b>	Раковинные	Conchifera
<b>Класс</b>	Двустворчатые, или Пластинчатожаберные	Bivalvia, или Lamellibranchia
<b>Отряд</b>	Настоящие пластинчатожаберные	Eulamellibranchia
<b>Виды</b>	Беззубка обыкновенная	Anodontacygnea
	Перловица	Unio sp.

**Задание 4.** Рассмотрите внешнее строение цельных раковин двустворчатых моллюсков – перловицы (*Unio sp.*) и беззубки обыкновенной (*Anodontacygnea*). Изучите визуально и с помощью ручной лупы размеры, форму, цвет, годовые кольца, наличие слоев, место соединения раковин (лигамент), передний и задний концы, место расположения жаберного и клоакального сифонов. На внутренней поверхности раковин рассмотрите перламутровый слой – его цвет и свойство отражать дневной свет, места прикрепления мускулов-замыкателей и мантии. На створках перловицы изучите строение замка.

Зарисуйте внешнее строение раковины беззубки. Обозначьте лигамент, правую и левую створки, брюшные края мантийных складок, вводной и выводной сифоны, сросшиеся края мантийных складок, спинное мантийное отверстие.



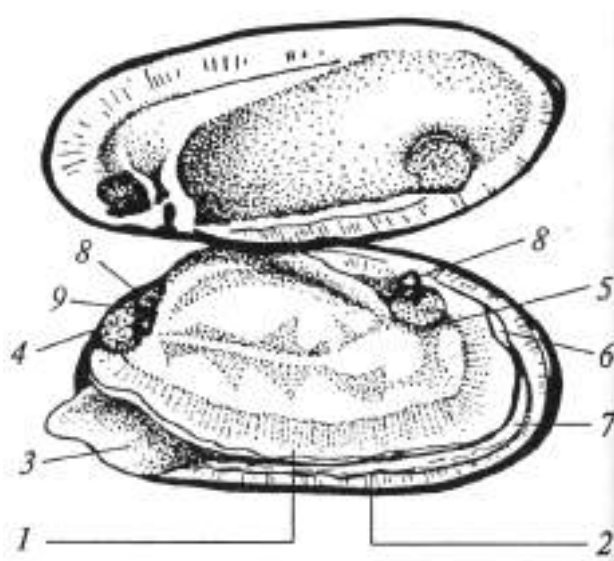
1 – лигамент; 2 – левая створка раковины; 3 – брюшные края мантийных складок; 4 – вводный сифон; 5 – правая створка раковины; 6 – выводный сифон; 7 – сросшиеся края мантийных складок; 8 – спинное мантийное отверстие (В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 54 – Внешний вид пресноводного двустворчатого моллюска – перловицы (вид сзади).

Цельная раковина двустворчатых моллюсков состоит из двух симметричных половин, соединенных на спинной стороне связкой, или лигаментом из утолщенного рогового вещества (рисунки 54-56). Состояние лигамента раковины живого моллюска подобно сжатой пружине, постоянное напряжение его направлено на открывание створок раковины. Противоположный край – брюшной. Передняя сторона тупо закруглена, более расширена в

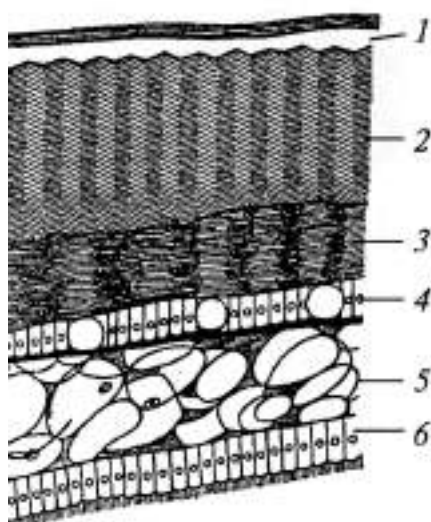


сравнении с суженой задней. Выпуклая часть раковины, расположенная чуть впереди лигамента, называется верхушкой или макушкой. У перловицы верхушки имеются на обеих створках. Верхушка считается начальной частью створок, с нее начинается рост раковины. Ежегодный прирост раковины на внешней поверхности створок соответствует годичным овальным слоям, идущим параллельно свободному краю раковины. По толщине раковина беззубки значительно уступает перловице. По размерам наблюдается противоположная картина. Длина раковины перловицы варьирует в пределах 6-10 см, беззубки обыкновенной достигает более 16 см.



1 – складка мантии, 2 – утолщенный наружный край мантии, 3 – нога, 4 – передний замыкательный мускул, 5 – задний замыкательный мускул, 6 – выводной сифон, 7 – вводной сифон, 8 – мускулы-ретракторы, 9 – мускул-протрактор (В. А. Шапкин, 2005).  
Рисунок 55 – Перловица с поднятой левой створкой раковины.

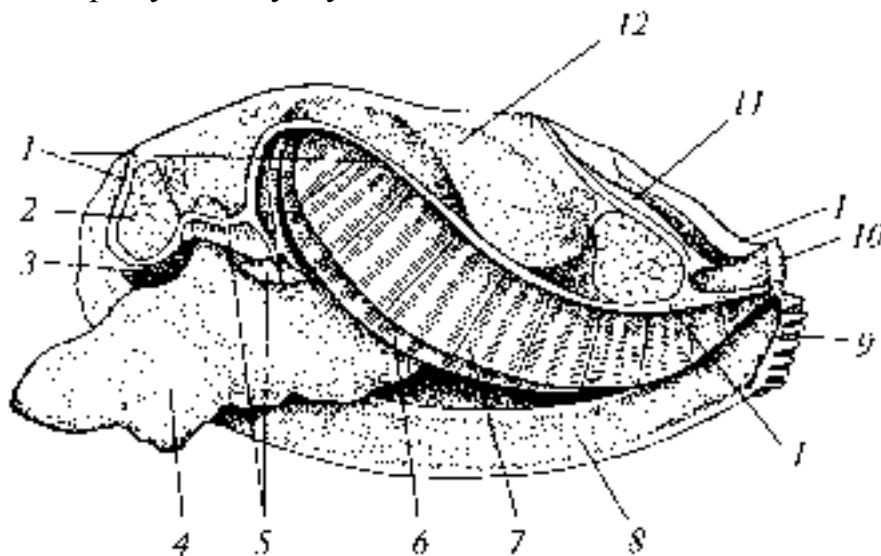
С внутренней стороны раковин на небольшом расстоянии от брюшного края заметен след прикрепления мантии. Раковина перловицы в отличие от раковины беззубки снабжена замком. Замок представляет собой углубления и выступы, расположенные по спинному краю створок. Он обеспечивает прочность смыкания створок, препятствует их смещению по отношению друг к другу. При этом зубцы, или выступы, одной створки фиксируются в углублении между зубцами другой. На внутренней поверхности створок у переднего и заднего краев видны следы прикрепления двух мускулов-замыкателей. Одновременное сокращение мускулов притягивает створки. В расслабленном состоянии мышцы-замыкатели не препятствуют раскрытию створок раковины, осуществляемому лигаментом.



1 – конхиолиновый слой; 2–фарфоровидный, или призматический, слой; 3– перламутровый слой; 4– эпителий наружной поверхности мантии; 5 – соединительная ткань мантии; 6– эпителий внутренней поверхности мантии (В. А. Шапкин, 2005).  
Рисунок 56 – Разрез через раковину и мантию беззубки.

**Задание 5.** Внутреннее строение моллюска рассмотрите на фиксированном отпрепарированном объекте, заключенном в тубус, и на рисунке 57.

Зарисуйте вскрытую беззубку.



1– линия, по которой обрезана мантия; 2–передний мускул-замыкатель; 3–рот; 4–нога; 5 – ротовые лопасти; 6– левая внутренняя полужабра; 7 – левая наружная полужабра; 8-9–жаберный правая мантия сифон; 10–клоакальный сифон; 11 – задняя кишка; 12 –перикардий (В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 57 –Анатомия беззубки, раковина и левая мантия удалены.

Позади переднего мускула-замыкателя в виде серовато-зеленого пятна видна печень, позади нее – буровато-красноватый орган Кебера (см. ниже). Ближе к заднему мускулу-замыкателю видны по бокам тела две темные полоски почек (боянусовы органы).

Вторичная полость тела у беззубки редуцирована – она заполнена паренхимой; сохранилась только полость околосердечной сумки (перикардия) и полость, где расположены половые железы (гонады).

В перикардиальной полости в околосердечной сумке находится сердце, состоящее из желудочка и двух предсердий. Желудочек сердца имеет форму грушевидного мешка с тонкими прозрачными стенками. Сквозь желудочек проходит кишечная трубка. По бокам желудочка видны два предсердия, имеющие вид прозрачных мешочков треугольной формы.

Рассмотрите органы выделения беззубки. На внутренней передней стенке перикардия лежат скопления железистой ткани оранжево-красного или буровато-красного цвета. Это парная перикардиальная железа, или орган Кебера, несущий экскреторную (выделительную) функцию. К органам выделения относятся также почки (боянусовы органы). Каждая из них состоит из изогнутой трубки с разросшимися стенками. Один конец трубки (воронка) сообщается с перикардиальной полостью, другой открывается выделительным отверстием в мантийную полость. Продукты выделения Кеберова органа попадают в перикардий, а затем выделяются из него почками в мантийную полость, откуда вымываются наружу током воды через клоакальный сифон.

Нервная система беззубки разбросанно-узлового типа. Она состоит из трех парных нервных узлов: головных – в области глотки (по обе стороны рта); pedalных, или ножных – в толще ноги; висцеральных, или туловищных, – под задней кишкой. Головные ганглии соединены парными нервными тяжами спедальными и висцеральными. От нервных узлов отходят тонкие ветви, иннервирующие различные органы.

Легко найти ротовое отверстие по околоротовым лопастям, далее идет короткий пищевод, затем объемистый мешковидный желудок. Хорошо видна печень – она расположена по бокам желудка и состоит из большого числа долек. Проток печени открывается в желудок. В печени вырабатываются пищеварительные ферменты, выделяемые в желудок. Кроме того, в печень поступает из желудка значительная часть пищи, перерабатывается здесь, всасывается клетками печени и откладывается в запас. От желудка отходит кишка – она спускается вниз, делает петли в паренхиме ноги, поворачивает вверх, проходит через перикардий, пронизывает желудочек сердца и открывается анальным отверстием над задним мускулом-замыкателем, около клоакального сифона.

Гонады (семенники или яичники) залегают в паренхиме верхней части ноги, между петлями кишки. Выводные протоки гонад открываются в мантийную полость, рядом с отверстиями почек, по бокам основания ноги.

Созревание половых продуктов беззубки происходит в летнее время. Яйца откладываются между пластинками жабр. Сперматозоиды, выбрасываемые из семенников, заносятся током воды в мантийную полость самки через жаберный сифон. Из оплодотворенных яиц развиваются глохидии. Если мимо самки с глохидиями проплывает рыба, моллюск выбрасывает в воду через выводной сифон некоторое количество личинок. Они прикрепляются к жабрам или к плавникам рыбы с помощью биссусовой нити и путем захлопывания шиповатых створок раковин. Эпителий рыбы обрастает вокруг личинки, и она оказывается внутри небольшого бугорка ткани. Здесь личинка подрастает, питаясь осмотически тканевыми соками рыбы. Молодая беззубка прикрепляется от тела рыбы, падает на дно и превращается во взрослого, свободноживущего моллюска.

### ***Вопросы для самостоятельной подготовки.***

1. Имеются ли прогрессивные черты организации у моллюсков по сравнению с кольчатыми червями?
2. Как осуществляется годичный прирост раковин брюхоногих моллюсков?
3. На какие части подразделяется тело брюхоногих моллюсков, и какие функции присущи каждой из них?
4. Расскажите об особенностях морфологии и жизнедеятельности брюхоногих моллюсков. Как располагается печень, и в какой участок пищеварительной системы открываются ее протоки?
5. Каковы отличия в строении органов дыхания у первичноводных, вто-

ричноводных и наземных моллюсков? Перечислите особенности строения и расположения нервных ганглиев брюхоногих моллюсков. Какую функцию они выполняют?

6. Чем представлена вторичная полость тела брюхоногих моллюсков? С какими системами органов она непосредственно связана?

7. Каковы особенности строения женской половой системы виноградной улитки?

8. Каковы особенности строения мужской половой системы виноградной улитки?

9. Приведите примеры наиболее широко распространенных в морских и пресных водоемах пластинчатожаберных моллюсков. Укажите, к какому классу, отряду они относятся.

10. В чем сходство и отличие раковин беззубки и перловицы? Какое приспособление имеет перловица, исключающее возможность смещения створок раковины относительно друг друга, и каков принцип его действия?

11. Как питаются двустворчатые моллюски?

12. Опишите строение жабр у беззубки.

13. Каков механизм, обеспечивающий поступление воды в жаберную полость?

14. Где располагается и какое строение имеет сердце беззубки?

15. Чем представлена выделительная система пластинчатожаберных, каковы ее строение и расположение?

16. Личинки какого вида пресноводного двустворчатого моллюска паразитируют на теле рыб?

**Объясните значение следующих терминов:** ктенидии, осфрадии, хиастоневрия, сперматофоры, целомодукты, устье раковины, столбик, завитки, белковая железа, мантия, мантийная полость, железа бич, пальчатые железы, велигер; артериальные синусы, белковая железа, биссусная железа, боянусовы органы, венозные синусы, висцеральные ганглии, глохидий, гонада, лигамент, жаберный сифон,статоцисты.

Выпишите термины и их значение в лабораторный журнал.

## Лабораторное занятие № 10

### Особенности строения Ракообразных и Паукообразных

**Цель:**изучить морфофункциональные особенности ракообразных и паукообразных в связи со средой обитания.

**Материалы и оборудование:**ручные лупы; тубусы с фиксированными ракообразными и паукообразными; таблицы и методические пособия.

#### *Особенности строения Ракообразных*

*Систематическое положение объекта:*

<b>Царство</b>	Животные	Zoa
<b>Подцарство</b>	Многоклеточные	Metazoa
<b>Надраздел</b>	Эуметазои	Eumetazoa
<b>Раздел</b>	Билатеральные	Bilateria
<b>Тип</b>	Членистоногие	Arthropoda
<b>Подтип</b>	Жабродышащие	Branchiata
<b>Класс</b>	Ракообразные	Crustacea
<b>Подкласс</b>	Высшие раки	Malacostraca
<b>Отряд</b>	Десятиногие	Decapoda
<b>Вид</b>	Речной рак	Astacusastacus

**Задание 1.** Рассмотрите внешнее строение речного рака со спинной и брюшной стороны.

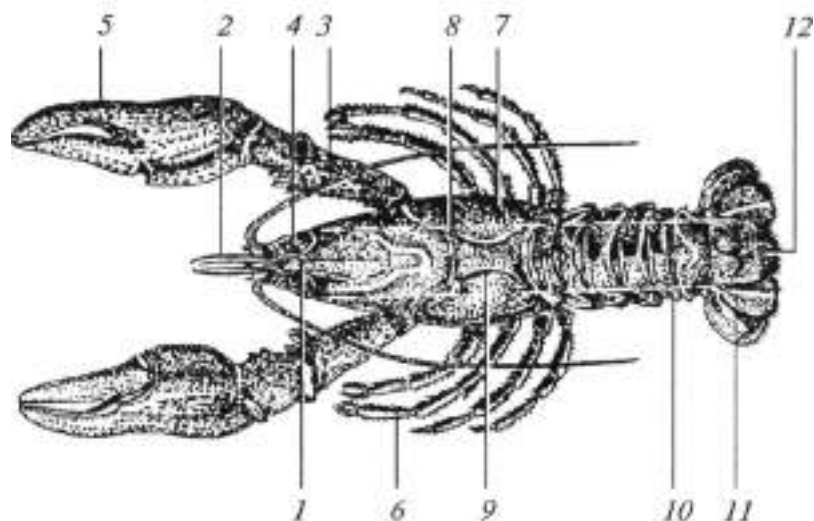
*Изучение внешнего строения.* Обратите внимание, что тело рака покрыто прочной кутикулой. Она состоит из азотистого органического вещества хитина и пропитана известковыми солями. Окраска тела различна в зависимости от среды обитания и может меняться. У фиксированных раков она бурая или темно-бурая. Хитиновая оболочка защищает животное от неблагоприятных воздействий и в то же время служит наружным скелетом для прикрепления мышц. Рассмотрите сегменты тела – они неодинаковы по форме и выполняемой функции (рисунок 58). В отличие от кольчатых червей членистоногие имеют гетерономную сегментацию.

Найдите отделы тела: головогрудь и брюшко (рисунок 58, 59). Головогрудь возникла в результате полного слияния головных и грудных сегментов. Она покрыта общим, очень прочным хитиновым головогрудным щитом, который на спинной стороне тела прирос к грудным сегментам, а по бокам свисает свободно, закрывая жабры и образуя жаберные полости.

Рассмотрите конечности головы, грудных и брюшных сегментов: они довольно сильно отличаются друг от друга и выполняют разные функции. Исходным типом строения является двуветвистая конечность, напоминающая параподии кольчатых червей. Такое типичное строение имеют ножки средних сегментов брюшка (рисунки 59, 60); каждая состоит из основной части – протоподита, от которой отходят две ветви – внутренняя, более близкая к

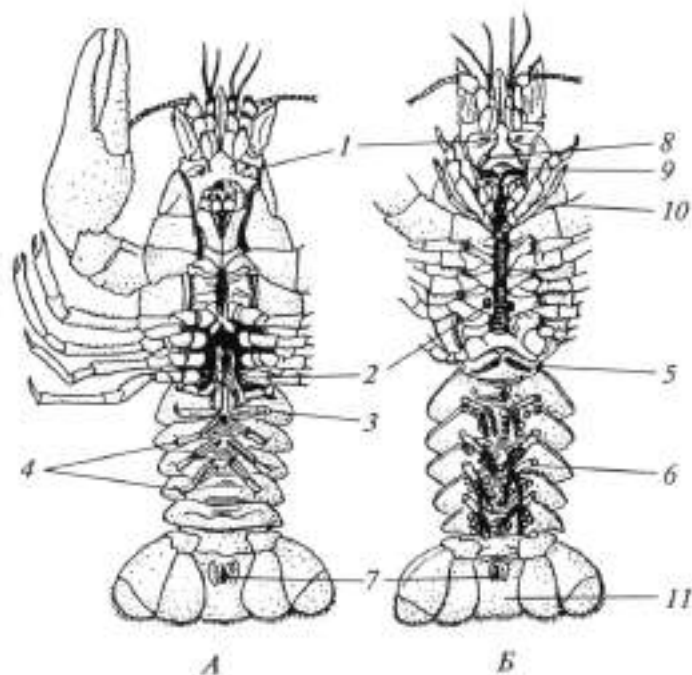
срединной части тела – эндоподит, и наружная – экзоподит.

Протоподит, эндоподит и экзоподит состоят из члеников. Конечности всех остальных сегментов представляют различную степень видоизменения этого основного типа; одни составные части редуцированы или совсем утрачены, другие, наоборот, сильно развиты в зависимости от выполняемой функции.



1 – роstrум, 2 – антеннула, 3 – антенна, 4 – фасеточный глаз, 5 – клешня первой пары ходильных ног, 6 – ходильные ноги, 7 – карапакс, 8 – затылочная борозда, 9 – жаберносердечные борозды, 10 – брюшко, 11 – плавательные пластинки, 12 – тельсон  
(В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 58 – Речной рак (вид со спинной стороны).



А – самец; Б – самка; 1 – бугорок с выделительным отверстием; 2 – половое отверстие; 3 – конечности первого и второго брюшных сегментов самца; 4 – конечности третьего – пятого брюшных сегментов самца; 5 – рудиментарная конечность первого брюшного сегмента самки; 6 – конечности второго – пятого брюшных сегментов самки с яйцами; 7 – анальное отверстие; 8 – граница между протоцефалоном и челюстегрудью; 9 – ротовое отверстие (прикрыто верхними челюстями); 10 – третья пара ногочелюстей; 11 – тельсон (В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 59 – Речной рак (вид с брюшной стороны).

Рассмотрите расположение конечностей рака, начиная с переднего конца тела (рисунки 59, 60).

Голова:

1. малые усики – сяжки (антеннулы),
2. большие сяжки (антенны),
3. верхние челюсти, или жвалы (мандибулы),
4. 1-я пара нижних челюстей (первые максиллы),
5. 2-я пара нижних челюстей (вторые максиллы);

грудь:

6. 1-я пара челюстных ножек (первые ногочелюсти),
7. 2-я пара челюстных ножек (вторые ногочелюсти),
8. 3-я пара челюстных ножек (третьи ногочелюсти),

9. 1-я пара ходильных ног,
10. 2-я пара ходильных ног,
11. 3-я пара ходильных ног,
12. 4-я пара ходильных ног,
13. 5-я пара ходильных ног;

брюшко:

14. 1-я пара брюшных ножек,
15. 2-я пара брюшных ножек,
16. 3-я пара брюшных ножек,
17. 4-я пара брюшных ножек,
18. 5-я пара брюшных ножек,
19. 6-я пара брюшных ножек.

Тельсон конечностей не несет.



1 – антеннула, 2 – антенна,  
3 – мандибула, 4 – максилла I,  
5 – максилла II, 6-8 – ногочелюсти,  
9-13 – ходильные ноги, 14, 15 – ко-  
пулятивный аппарат, 16-18 –  
двухветвистые брюшные ножки,  
19 – уропода (В. А. Шапкин, 2005).  
Рисунок 60 – Конечности самца  
речного рака.

Малые и большие сяжки, или усики(антеннулы и антенны), выполняют функцию органов чувств. Они служат для осязания и, кроме того, несут на себе мельчайшие кутикулярные волоски – органы химического чувства; с их помощью рак может улавливать изменения в составе и концентрации растворенных в воде веществ.

Вокруг рта, имеющего вид узкой продольной щели, группируются конечности, превратившиеся в ротовые органы; к ним относятся верхние и нижние челюсти. Главную роль в откусывании и размельчении пищи играют верхние челюсти – мандибулы, имеющие вид широких зазубренных пластинок.

Сяжки и челюсти находятся на головном отделе тела. Следующие за ними 3 пары челюстных ножек – ногочелюсти – являются передними конечностями

ми грудного отдела. Однако они утратили значение органов движения и помогают при захвате пищи и подаче ее ко рту. Движение первой и второй пары ногочелюстей вызывает ток воды через жаберную полость. При помощи эндоподита 3-й пары ногочелюстей антеннулы и глаза очищаются от прилипающих посторонних частиц.

Ходильные ноги – конечности грудного отдела – одноветвисты служат для движения по грунту. 1-я пара – самые крупные конечности рака. Они снабжены мощными клешнями, которыми рак пользуется для захватывания пищи и защиты. 2-я и 3-я пары ходильных ног имеют маленькие клешни, 4-я и 5-я пары – без клешней.

Брюшные ножки служат главным образом для плавания. Особенно дифференцированы в этом направлении ножки 6-го сегмента – уropодии; их ветви имеют вид широких тонких пластинок. Вместе с тельсоном они образуют мощный плавник, помогающий раку при плавании хвостовым отделом вперед. У самца 1-я и 2-я пары брюшных ножек видоизменены в копулятивный аппарат, подающий во время копуляции сперматозоиды к половому отверстию самки. У самки конечности 1-го сегмента брюшка редуцированы (рисунки 59, 60). Найдите анальное отверстие. Оно расположено на тельсоне и имеет вид продольной щели.

Зарисуйте внешний вид речного рака со спинной стороны

**Задание 2.** Рассмотрите общее расположение внутренних органов речного рака (*Astacus astacus*), вскрытого со спинной стороны (рисунок 61). Изучите расположение сердца и отходящих от него кровеносных сосудов. Пищеварительную систему. Репродуктивную систему – гонады, их протоки. Рассмотрите и изучите внешний вид, расположение органов дыхания – жабр. Отметьте число их рядов, определите места прикрепления жабр к телу.

Зарисуйте речного рака, вскрытого со спинной стороны. Обозначьте кровеносную, пищеварительную и половую системы.

В полости тела (миксоцели) виден объемистый желудок (рисунок 61), по бокам которого находятся два мощных пучка мускулов передней пары ходильных ног. Впереди желудка в глубине головогрудной полости по бокам пищевода видна параантеннальных желез (органы выделения).

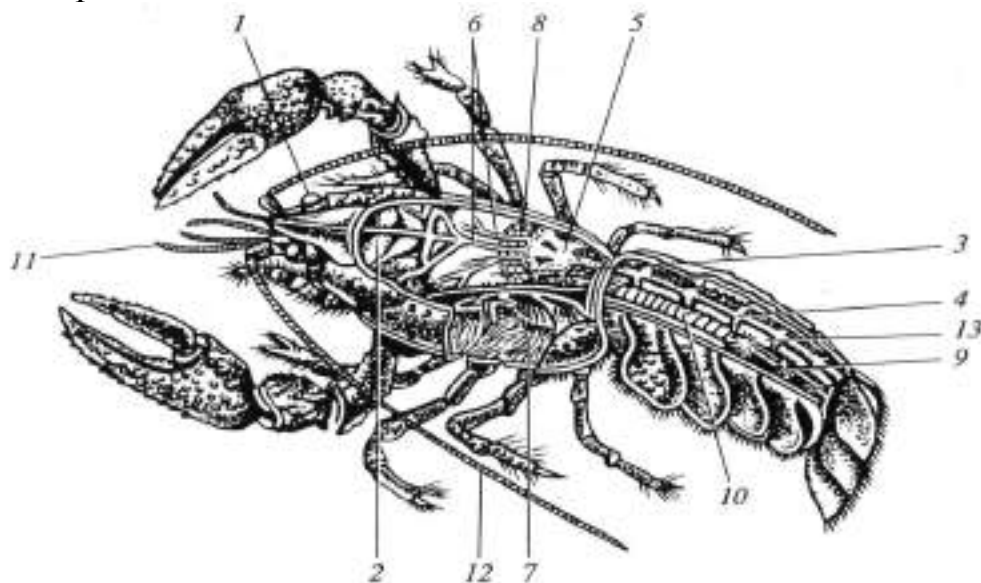
Позади желудка находится печень – она грязно-желтого цвета (у живых раков бледно-розового). Беловатый мешочек пятиугольной формы в задней части полости тела – сердце.

Из-под него видна половая железа (яичник или семенник). От желудка отходит в виде прямой трубки кишка, которая тянется до тельсона, где и открывается анальным отверстием с брюшной стороны.

Кровеносная система речного рака незамкнутая, кровь циркулирует по сосудам и в промежутках между внутренними органами (рисунок 62). Таким образом, кровь служит одновременно и полостной жидкостью, поэтому её называют гемолимфой. Она состоит из жидкой части плазмы, в которой плавают белые кровяные клетки – лейкоциты. У рака она содержит пигмент гемоцианин. Движение гемолимфы поддерживается постоянной пульсацией

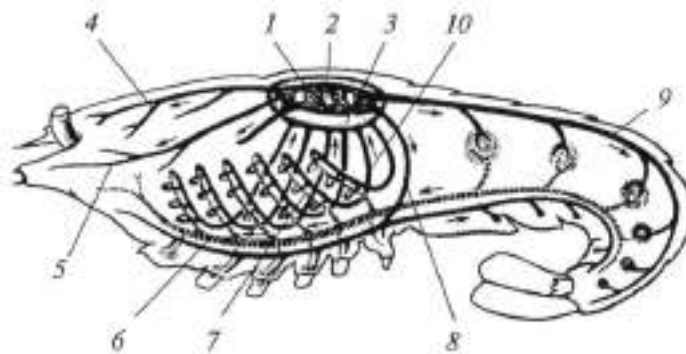


сердца, имеющего толстые мышечные стенки. Сердце заключено в тонкостенную окологердечную сумку – перикардий. Сердце сообщается с полостью перикардия тремя парами отверстий – остий, снабженных клапанами. Гемолимфа выходит из сердца по пяти передним и двум задним артериям; по их разветвлениям она направляется во все участки тела и выливается в просветы и щели между органами – лакуны. Омывая органы и ткани, гемолимфа снабжает клетки питательными веществами и кислородом, вымывая из них углекислый газ, накопившийся в результате клеточного дыхания. Эта венозная кровь, богатая углекислотой и бедная кислородом, поступает в жабры, где происходит газообмен, венозная кровь превращается в артериальную. Артериальная кровь по венам поступает в перикардий, откуда через остии насыщается в сердце.



1 – глаз, 2 – желудок, 3 – пищеварительная железа (печень), 4 – верхняя артерия брюшка, 5 – сердце, 6 – передние артерии, 7 – жабры, 8 – яичник, 9 – брюшная нервная цепочка, 10 – мышцы брюшка, 11 – антеннулы, 12 – антенны, 13 – задняя кишка  
(В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 61 – Вскрытый речной рак (самка).



1 – сердце, 2 – левая остия боковой пары, 3 – перикардий, 4 – передняя (глазная) артерия, 5 – антеннальная артерия, 6 – брюшной венозный синус, 7 – приносящие жаберные сосуды, 8 – нисходящая артерия, 9 – спинная артерия abdomena, 10 – жаберно-сердечные каналы (В. А. Шапкин, 2005).

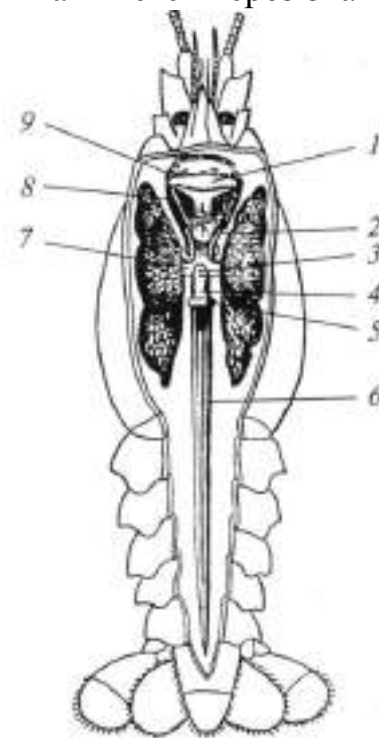
Рисунок 62 – Кровеносная система речного рака (вид сбоку).

Рассмотрите непарную половую железу, лежащую под сердцем. Яичник

можно найти по коричневой или желтой окраске и многочисленным яйцевым клеткам, которые видны невооруженным глазом («икра»). От него отходят два коротких яйцевода, открывающиеся в основании 3-й пары ходильных ног. Семенник белого цвета. От него отходит пара длинных извитых семяпроводов, которые заканчиваются отверстием у основания 5-й пары ходильных ног.

Рот находится на брюшной стороне головного отдела тела и ведет в короткий пищевод. Рассмотрите желудок, состоящий из двух отделов: переднего, более объемного – жевательного, и небольшого заднего – пилорического желудка («цедилка») (рисунок 63). Пищевод с желудком образуют передний отдел кишечника. Часто в боковых складках жевательного желудка встречается скопление известковых солей в виде достаточно крупного образования белого цвета – жерновка. Запас известковых солей используется при линьке – он идет на пропитывание молодого хитинового покрова.

Средняя кишка короткая, по бокам от нее располагается печень, состоящая из правой и левой лопастей. Печень образована множеством мелких слепых трубочек, тесно прилегающих одна к другой. Двумя протоками печень сообщается со средней кишкой, прикрывая ее. Задняя кишка тянется через значительную часть головогруди, через всю толщу мускулатуры брюшка и заканчивается анусом.



- 1 – желудок, 2 – пилорическая часть желудка, 3 – слепой дорсальный вырост средней кишки, 4 – средняя кишка, 5 – валик, отделяющий среднюю кишку от задней, 6 – задняя кишка, 7 – проток печени, 8, 9 – гребни на стенке желудка (В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 63 – Пищеварительная система речного рака.

Речной рак всеяден, питается различной животной и растительной пищей, в том числе трупам животных (мертвая рыба и др.). Пища схватывается и разрывается на кусочки клешнями ходильных ног. Зазубренные края челюстей и ногочелюстей перетирают пищу на еще более мелкие частицы и подают ее в рот. В жевательном отделе желудка она подвергается дальнейшему измельчению и перемешиванию с пищеварительными соками, поступающими из средней кишки. В пилорическом желудке пища процеживается; жидкая ее часть проходит в среднюю кишку. Печень рака вырабатывает пищеварительные ферменты, дополняя функцию средней кишки, а также частично переваривает и всасывает пищу. В клетках печени также накапливаются и откладываются запасные питательные вещества. Непереваренные остатки пищи образуют в задней кишке фекалии, периодически выбрасываемые через анальное отверстие.

Выделительные органы представлены парой антеннальных желез, находящихся на дне головогрудной полости по бокам пищевода. Благодаря зеленоватой окраске их иногда называют зелеными железами.

Выделительные железы рака метанефридиального типа. Каждая железа состоит из двух отделов – собственно железы и мочевого пузыря. Собственно железа начинается небольшим целомическим мешком, от которого отходит железистый канал, образующий в начальном конце пузырь, а в заднем конце соединенный с большим мочевым пузырем – резервуаром. Короткий проток резервуара открывается наружув основании первого членика 2-й пары антенн.

Центральная нервная система состоит из хорошо развитого надглоточного нервного узла, который связан комиссурами с брюшнойнервной цепочкой. Надглоточный ганглий помещается в головном отделе впереди пищевода. От него отходят нервы к органам чувств (глазам, антеннам, органам равновесия). Комиссуры огибают пищевод и соединяют надглоточный узел с первым узлом брюшной нервной цепочки – подглоточным ганглием.

Нервная цепочка в головогрудном отделе вместе с подглоточным содержит 6 пар ганглиев. Пятый и шестой ганглии сближены. Если удалить мышцы брюшка, становится видно, что в каждом его сегменте брюшная нервная цепочка имеет по паре узлов, развитых значительно слабее, чем в грудном отделе. Всего в нервной цепочке 13 пар ганглиев, включая надглоточный. От ганглиев отходят периферические нервы к мускулатуре и внутренним органам.

Рак обладает хорошо развитыми органами чувств. Длинные усы – антенны – служат раку органами осязания. В основании малых усов (антеннул) находятся парные органы равновесия –статоцисты. Они представляют собой мешковидные впячивания покровов внутрь основных члеников усиков, которые сообщаются щелью с внешней средой. Внутренние стенки углублений покрыты тонкими чувствительными волосками. В полости статоцистов находятся мелкие песчинки, выполняющие роль статолитов. Они давят своей тяжестью на чувствительные волоски. Изменения в положении тела меняют направление давления, благодаря чему рак ориентируется в пространстве. Если искусственно удалить песчинки, движения рака становятся несогласованными. Органы равновесия являются одновременно органами слуха, так как звуковые колебания внешней среды передаются песчинкам, а через них – чувствительным волоскам.

Рассмотрите глаза рака – они расположены на длинных стебельках и очень подвижны. Каждый глаз сложный, фасеточный, состоит из множества (более 3000) соединенных вместе глазков – омматидиев.

Рассмотрите жабры в парной жаберной полости, образованной стенкой груди и боковыми частями головогрудного щита. Жабры образованы выростами эпителия основного сегмента ходильных ног и ногочелюстей. Каждая жабра состоит из стержня, от которого отходят многочисленные жаберные нити, покрытые тонкой хитиновой кутикулой. Жабры – органы дыхания ра-

ка. Кровь по приводящему сосуду доставляется в жабру, проходит через капилляры жаберных нитей и удаляется по выносящему сосуду. Жабры постоянно омываются водой, которая прогоняется через жаберные полости, сообщающимися с внешней средой. Вода входит в заднее отверстие жаберной полости и выходит через переднее. Ток воды осуществляется постоянным движением особой пластинки – лодочки на второй паре нижних челюстей. Газообмен между водой и кровью происходит через тонкие покровы жаберных нитей; из воды в кровь диффундирует растворенный кислород, из крови в воду – углекислый газ.

### Особенности строения Паукообразных

Систематическое положение объекта:

<b>Царство</b>	Животные	Zoa
<b>Подцарство</b>	Многоклеточные	Metazoa
<b>Надраздел</b>	Эуметазои	Eumetazoa
<b>Раздел</b>	Билатеральные	Bilateria
<b>Тип</b>	Членистоногие	Arthropoda
<b>Подтип</b>	Хелицеровые	Chelicerata
<b>Класс</b>	Паукообразные	Arachnida
<b>Отряд</b>	Скорпионы	Scorpiones
<b>Вид</b>	Скорпион пестрый	Buthuseupeus
<b>Отряд</b>	Пауки	Aranei
<b>Вид</b>	Паук-крестовик	Araneusdiadematus
<b>Отряд</b>	Паразитоформные клещи	Parasitiformes
<b>Вид</b>	Клещсобачий	Ixodes ricinus

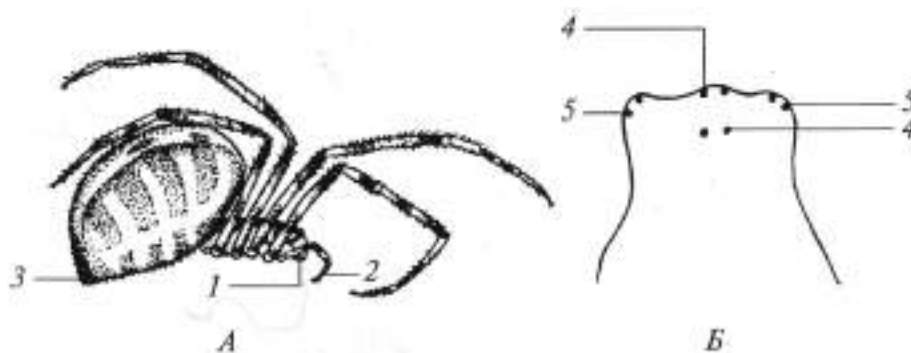
**Задание** 3. Изучите на примере паука-крестовика (*Araneusdiadematus*), скорпиона пестрого (*Buthuseupeus*), клеща собачьего (*Ixodesricinus*) внешний вид, форму и размеры тела паукообразных. На членистом теле каждого из них найдите хелицеры, педипальпы, органы зрения – простые глаза, ходильные ноги. Изучите их строение и расположение посегментно.

Изучите у исследуемых паукообразных отличительные особенности в строении брюшка, посегментное расположение на нем половых отверстий, стигм с крышечками, паутинных бородавок, анального отверстия.

Тело паука-крестовика состоит из головогруды и несегментированного брюшка (рисунок 64).

Оба отдела соединены коротким узким стебельком и обильно опушены сероватыми волосками. Окраска хитина на спинной стороне брюшка темно-бурая с беловатыми пятнами, которые образуют крестообразную фигуру. Головогрудь состоит из акрона и шести слившихся сегментов. Акрон придатков не имеет. Каждый из шести сегментов головогруды снабжен парой конечностей – хелицерами, педипальпами и четырьмя парами ходильных ножек различной длины. Обычно две пары ходильных конечностей направлены впе-

ред, две – назад. Основания конечностей располагаются на брюшной стороне тела. Хелицеры (первая пара конечностей, или придатков) двучлениковые, концевой членик когтевидный, внутри него проходит проток ядовитой железы. Хелицеры расположены у паука перед ротовой полостью. Педипальпы (вторая пара конечностей) шестичлениковые, располагаются позади предротовой полости. Каждая из четырех пар ходильных ног состоит из семичлеников. Брюшко несегментированное, округлой формы, прикрепляется к головогруди стебельком, или предполовым недоразвитым сегментом. Брюшко образовано одиннадцатью члениками. На восьмом туловищном сегменте, позади стебелька, располагается непарное половое отверстие. Стигмы с клапанами, прикрывающими легочные мешки, находятся на восьмом сегменте брюшка. На девятом сегменте, чуть позади от анального отверстия, имеется непарная стигма трахейной системы. Три пары паутинных бородавок находятся на заднем конце брюшка. Тело заканчивается анальным сегментом – бугорком.



А – самка (вид сбоку), Б – передний участок головогруди (вид со спинной стороны);  
 1 – хелицеры, 2 – педипальпа, 3 – паутинные бородавки, 4 – медианные глаза,  
 5 – боковые глаза (В. А. Шапкин, 2005).

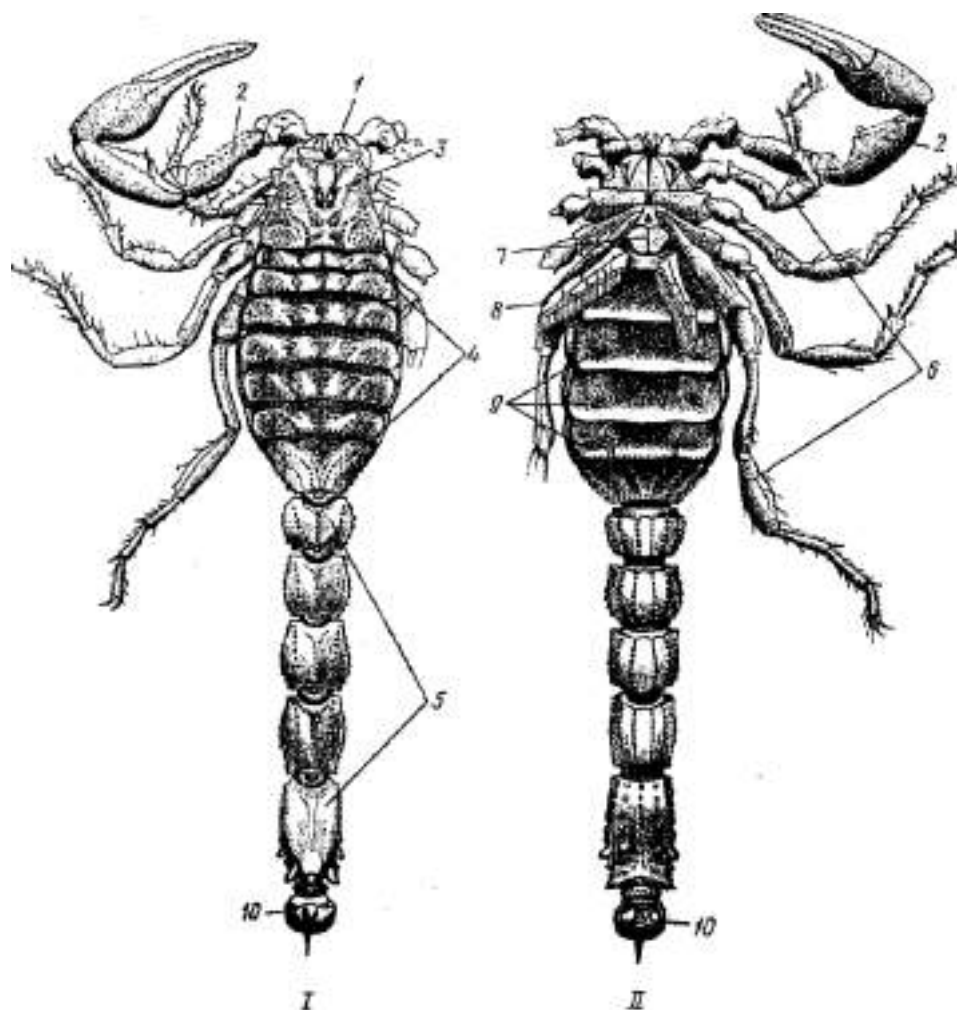
Рисунок 64 – Паук-крестовик *Araneus diadematus*.

Тело пестрого скорпиона удлиненное, сегментированное, разделяется на головогрудь и брюшко (рисунок 65).

Головогрудь состоит из акрона и шести слившихся сегментов, которые образовали цельный монолитный щит – карапакс. Седьмой сегмент, относящийся к брюшку, редуцирован. Двенадцать сегментов брюшка по величине неодинаковы. Первые шесть более широкие и неподвижно соединенные между собой составляют переднебрюшие, или мезосому. Остальные, узкие и подвижно сочлененные, образуют заднебрюшие – метасому. Брюшко заканчивается анальной лопастью, или тельсоном. Тело пестрого скорпиона, не считая акрона, рудиментарного седьмого сегмента и тельсона, состоит из 18 сегментов.

Спереди на головогруди скорпиона, примерно посередине спинного щита, находится пара круглых выпуклых медианных глаз, по сторонам от них – еще по пять пар маленьких боковых глазков. С брюшной стороны на головогруди имеется шесть пар конечностей. Первая пара представлена хелицерами. Хелицеры трехчлениковые. Второй и третий членики подвижные, их иногда называют пальцами. Они образуют маленькую клешню, снабженную

по краю хитиновыми зубчиками. Они выполняют функцию верхних челюстей. Хелицеры разрывают и измельчают добычу в кашеобразную массу. Они расположены перед ротовым отверстием. Вторая пара конечностей – шести-члениковые педипальпы. Два дистальных членика образуют мощную клешню, в которой последний членик выполняет роль подвижного пальца. Внутренняя поверхность клешней усажена мелкими хитиновыми зубчиками. Функции педипальп: схватывание и удержание добычи, осязание. Ходильных ног у скорпиона четыре пары. Тазики первой и второй пар ходильных ног, накладываясь друг на друга, обрамляют с боков предротовую полость.



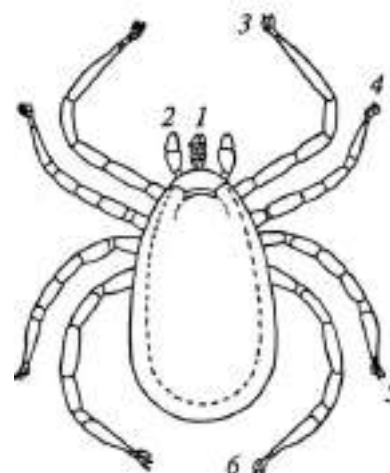
I – со спинной стороны, II – с брюшной стороны; 1 – хелицеры, 2 – педипальпы, 3 – глаза, 4 – мезосома (переднебрюшие), 5 – метасома (заднебрюшие), 6 – ходильные конечности, 7 – половые пластинки, 8 – гребневидные пластинки, 9 – стигмы, 10 – тельсон с ядовитой железой (В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 65 – Скорпион.

Все сегменты мезосомы за исключением последнего имеют видоизмененные конечности. Первый сегмент снабжен парой небольших крышечек, прикрывающих половые отверстия. Конечности второго сегмента представлены особыми чувствительными органами – гребневидными придатками. С 3-го по 6-й сегменты содержат по паре поперечных щелей – дыхательных отверстий, или стигм. Между 5-м сегментом метасомы и тельсоном на брюшной стороне

находится анальное отверстие. В тельсоне находится пара ядовитых желез, секрет которых поступает по двум маленьким отверстиям, открывающимся на вершине иглы.

Тело клещей овальное, несегментированное, не подразделяется на голову, грудь и брюшко – идиосома (рисунок 66).

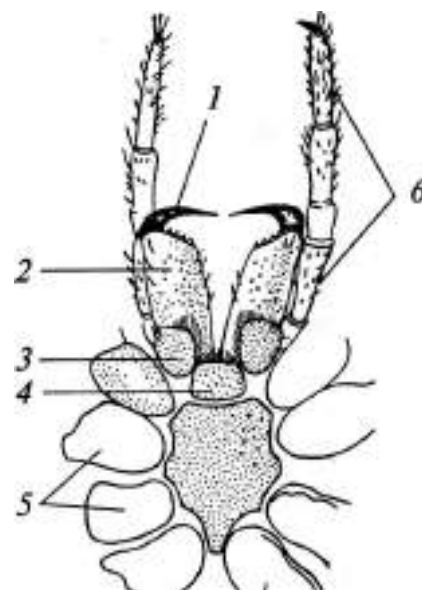


1 – хелицеры, 2 – педипальпы, 3-6 – ходильные ноги (I-IV) (В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 66 – Клещ иксодовый (вид со спинной стороны, схема).

Покровы тела образованы хитиновой кутикулой. У самок клещей в отличие от самцов спинной щиток – участок утолщенной кутикулы, не способный к растяжению, небольшой, поэтому брюшко у самок способно значительно растягиваться. У взрослых клещей и нимф имеется четыре пары членистых ходильных ног, у личинок – три. Впереди спинного щитка у клещей находится хоботок, или просома. Хелицеры и педипальпы, входящие в состав хоботка, образуют колюще-сосущий ротовой аппарат.

**Задание 4.** Изучите строение хелицер и педипальп паука по рисунку 67.



1 – когтевидный членик хелицеры, 2 – основной членик хелицеры, 3 – челюстная лопасть педипальпы, 4 – «нижняя губа», 5 – тазики ходильных ног, 6 – педипальпа (В. А. Шапкин, 2005).

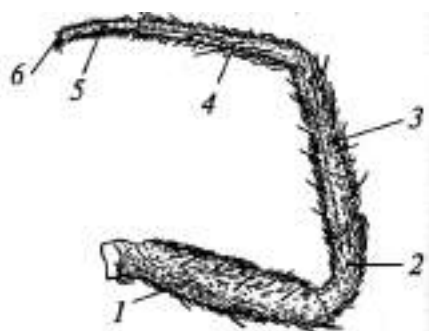
Рисунок 67 – Головогрудь самки паука-крестовика (вид с брюшной стороны).

Зарисуйте переднюю часть головогруды паука. Обозначьте хелицеры, педипальпы и составляющие их членики.

**Задание 5.** Изучите строение ходильных ног паука и скорпиона по рисункам 68 и 69.



1 – вертлуг, 2 – бедро, 3 – голень, 4-6 – лапка (4 – основной членик, 5 – шпора, 6 – коготки) (В. А. Шапкин, 2005).  
Рисунок 68 – Грудная ходильная нога скорпиона (без тазика).



1 – бедро, 2 – колено, 3 – голень, 4 – основной членик лапки, 5 – концевой членик лапки, 6 – коготки (В. А. Шапкин, 2005).  
Рисунок 69 – Грудная ходильная нога паука.

**Вопросы для самостоятельной подготовки.**

1. Назовите общие признаки типа членистоногих.
2. Каковы общие признаки классаракообразных?
3. Из каких отделов состоит тело речного рака?
4. Как определить количество сегментов, которые образуют голову речного рака? Какую функцию выполняют придатки головы?
5. Сколько сегментов входит в состав груди речного рака? Каковы особенности строения и выполняемые функции грудных конечностей?
6. Из какого количества сегментов образовано брюшко речного рака? Каковы особенности строения и выполняемые функции брюшных конечностей?
7. Каковы особенности строения типичной двуветвистой конечности ракообразных?
8. Каково происхождение антенн и антеннул? Какие функции они выполняют и где расположены?
9. Каковы особенности движения речного рака в различных условиях среды?
10. Почему сегментацию тела речного рака называют гетерономной?
11. Как проявляется половой диморфизм у речного рака?
12. Почему речные раки не встречаются в водоемах с разлагающимися органическими веществами или со взвешенными частичками ила?
13. Каково биогеоценотическое и промысловое значение ракообразных?
14. На какие отделы подразделяется пищеварительная система речного рака и каково их физиологическое значение?
15. Каковы особенности строения желудка речного рака и с чем они связаны?
16. Какие аорты и артерии отходят от сердца речного рака? Каково их значение?



17. У каких ракообразных выделительная система максиллярная, у каких – антеннальная?
18. Где располагается головной мозг речного рака и какие отделы тела он иннервирует?
19. Какими органами чувств обладает речной рак и где они располагаются?
20. Какими типами расчленения тела характеризуются паукообразные?
21. Почему хелицеровых называют настоящими сухопутными животными?
22. Какое количество сегментов насчитывается в теле скорпиона, паука, клеща?
23. Почему хелицеры паукообразных функционально подобны мандибулам раков?
24. Каковы строение и функции ходильных ног паукообразных?
25. На каком отделе тела у паукообразных имеются рудименты конечностей и какую функцию они выполняют?
26. Все ли виды пауков являются наземными беспозвоночными?
27. Какими органами дыхания обладают пауки, скорпионы? На каких сегментах открываются их дыхальца, или стигмы?
28. Какое значение паукообразные играют в природе и жизни человека?

**Объясните значение следующих терминов:** антеннальные железы, лакуны, метаморфоз, висцеральный синус, жабры, синусовая железа, жевательный желудок, мускульный желудок, науплиус, пилорический желудок, сенсиллы, карапакс, рострум, фасеточные глаза, абдомен, торакс, цефалон, плеоподы, уроподы, максиллоподы, мандибулы, тельсон, аутономия, гнато-торакс, протоцефалон; мезосома, метасома, медианные глаза, боковые глаза, тергиты, стерниты, хелицеры, педипальпы, коксальные железы, нефридии, мальпигиевы сосуды, локомоторные органы, протоцеребрум, дейтоцеребрум, тритоцеребрум.

Выпишите термины и их определение в лабораторный журнал.

## Лабораторное занятие № 11

### Изучение внешнего и внутреннего строения Насекомых с использованием современного оборудования

**Цель:** изучить морфофункциональные особенности насекомых как результат адаптаций к образу жизни, среде обитания и характеру питания.

**Материалы и оборудование:** микроскопы «Биолам», МБС-10, ручные лупы; микропрепараты ротовых аппаратов и конечностей различных насекомых; коллекции насекомых, тубусы с отпрепарированными внутренними органами насекомых; таблицы и методические пособия.

*Систематическое положение объекта:*

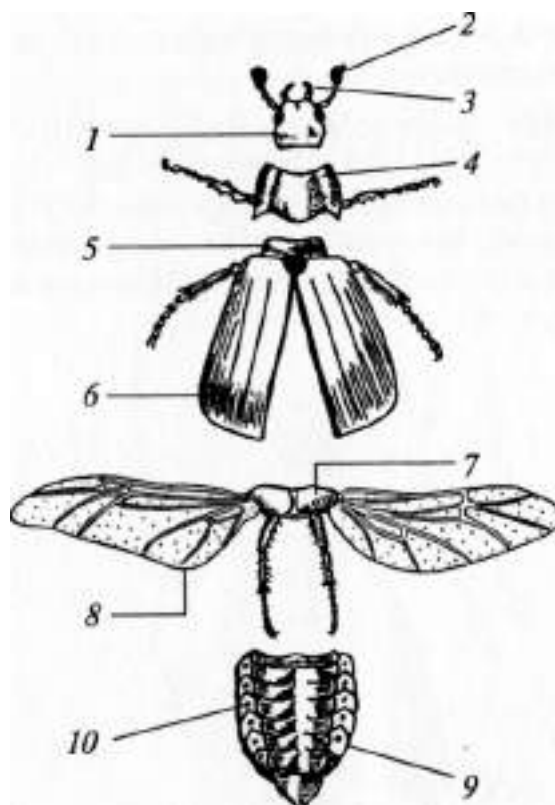
<b>Царство</b>	Животные	Zoa
<b>Подцарство</b>	Многоклеточные	Metazoa
<b>Надраздел</b>	Эуметазои	Eumetazoa
<b>Раздел</b>	Билатеральные	Bilateria
<b>Тип</b>	Членистоногие	Arthropoda
<b>Подтип</b>	Трахейнодышащие	Tracheata
<b>Класс</b>	Насекомые	Insecta
<b>Подкласс</b>	Открыточелюстные	Ectognatha
<b>Отряд</b>	Жесткокрылые	Coleoptera
<b>Вид</b>	Хрущ майский	Melolontha hippocastani
<b>Отряд</b>	Таракановые	Blattoptera
<b>Вид</b>	Таракан черный	Blatta orientalis
<b>Отряд</b>	Перепончатокрылые	Hymenoptera
<b>Вид</b>	Пчела медоносная	Apis mellifera
<b>Отряд</b>	Двукрылые	Diptera
<b>Виды</b>	Муха комнатная	Musca domestica
	Комар обыкновенный	Culex pipiens
<b>Отряд</b>	Чешуекрылые	Lepidoptera
<b>Вид</b>	Белянка капустная	Pieris brassicae

**Задание 1.** Используя ручную лупу, рассмотрите фиксированных насекомых и изучите их внешнее строение. Ознакомьтесь со строением отделов тела майского жука (рисунок 70).

Зарисуйте внешнее строение майского жука. Обозначьте отделы тела, придатки головы, конечности и крылья.

- 1 – голова, 2 – антенна, 3 – щупик нижней челюсти, 4 – переднегрудь, 5 – среднегрудь, 6 – надкрылья, 7 – заднегрудь, 8 – собственно крылья, 9 – брюшко, 10 – стигмы  
(В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 70 – Расчлененная самка майского жука.



Тело большинства насекомых цилиндрической формы несколько сплющено в дорсовентральном направлении, к концам сужено. Тело четко делится на три отдела: голову, грудь и брюшко (рисунок 70). Они различаются по строению не только входящих в их состав сегментов, но и придатков, конечностей, крыльев.

Голова соединена с грудью подвижно с помощью шейки, хорошо заметной, если голову слегка оттянуть вперед. Покровы головы сильно хитинизированы и превращены в головную капсулу. На вентральной стороне головы помещается ротовое отверстие. Спереди лицевую часть занимает лоб, наверху он граничит с теменем. С боков к нему прилегают основания антенн, сложные глаза и щеки. В задней стенке головной капсулы имеется большое затылочное отверстие.

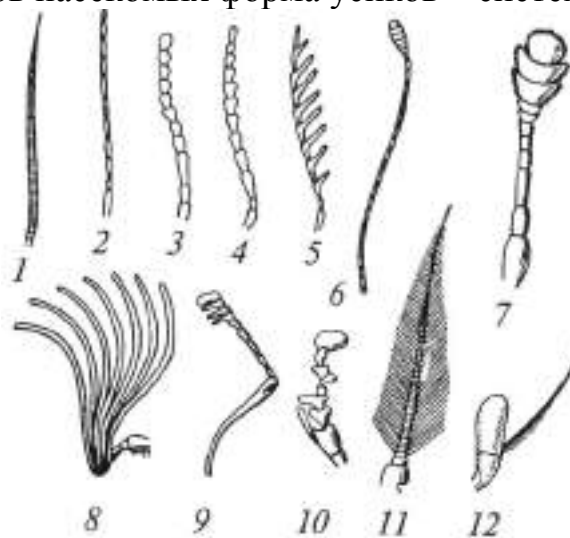
Головная капсула служит местом прикрепления ротовых органов, антенн и глаз, защищает головной мозг.

Грудь состоит из трех отделов: переднегруди, среднегруди и заднегруди. Грудь несет две пары крыльев. У большинства насекомых передняя пара крыльев превращена в надкрылья (элитры). Они в большей степени хитинизированы по сравнению с второй парой крыльев.

Грудь несет три пары конечностей. Брюшко состоит из 10 сегментов. На конце брюшка у обоих полов имеются хорошо развитые членистые придатки – церки (органы осязания). Это придатки рудиментарного 11-го сегмента. У самца девятый стернит брюшка несет пару придатков – грифельки.

**Задание 2.** С помощью ручной лупы рассмотрите насекомых с различными типами усиков (щетинковидный, нитевидный, четковидный, пильчатый, гребенчатый, булавовидный, головчатый, пластинчатый, коленчатый, гребенчато-коленчатый, перистый, щетинконосный). Подберите в коллекции по одному представителю насекомых с указанными формами усиков (рисунок 71).

Для многих отрядов насекомых форма усиков – систематический признак.



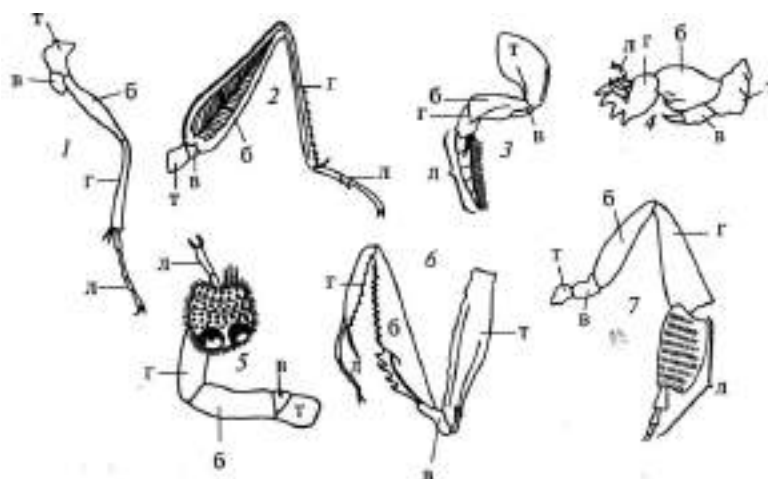
1 – щетинковидный, или жгутиковидный, у таракана; 2 – нитевидный у жужелицы; 3 – четковидный у жука мучного хрущака; 4 – пильчатый у шелкоуна и златки; 5 – гребенчатый у шелкоуна; 6 – булавовидный у бабочки-белянки; 7 – головчатый у короеда и мертвоеда; 8 – пластинчатый (пластинчато-булавый) у жука-навозника; 9 – коленчатый у медоносной пчелы и долгоносика; 10 – гребенчато-коленчатый у долгоносика; 11 – перистый у шмеля, комара, бабочки; 12 – щетинконосный у высших мух (В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 71 – Форма усиков насекомых (основные типы строения).

**Задание 3.** С помощью ручной лупы на микропрепаратах рассмотрите строение конечностей насекомых. Подберите в коллекции насекомых по од-

ному представителю, имеющему указанные на рисунке 72 типы конечностей.

Нога насекомого состоит из пяти элементов. Основным члеником – тазик – связан со склеритом соответствующего сегмента; он хорошо развит, имеет форму широкой и длинной пластинки. За ним следует вертлуг – небольшой членик, неподвижно связанный с бедром. Бедро и голень хорошо развиты. Завершает конечность лапка, состоящая у представителей различных семейств насекомых из разного числа (максимально до 5) очень маленьких члеников. Дистальный членик лапки вооружен двумя (реже одним) коготками, между которыми снизу расположена подушечка.



- 1 – бегательная (жужелицы); 2 – прыгательная (саранчи); 3 – плавательная (плавунца);  
 4 – роющая (медведки); 5 – присасывательная (мухи); 6 – хватательная (богомолы);  
 7 – собирательная (медоносной пчелы) (В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 72 – Конечности насекомых

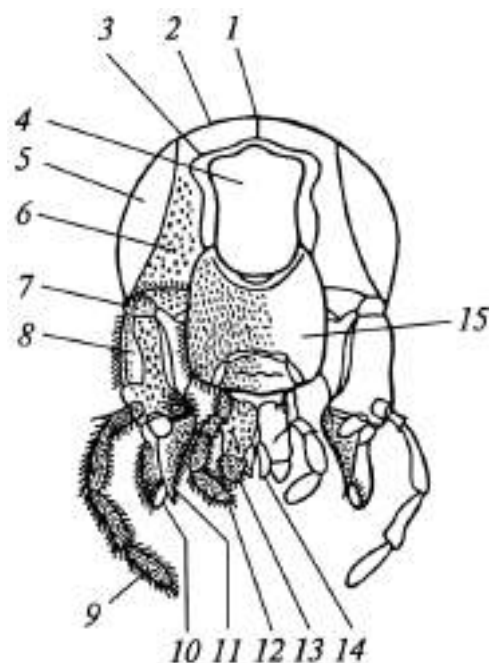
(т – тазик; в – вертлуг; б – бедро; г – голень; л – лапка).

**Задание 4.** С помощью пинцета отделите надкрылья и настоящие крылья от средне- и заднегруди жука майского. Рассмотрите плотные кожистые надкрылья и перепончатые крылья, используя ручную лупу.

**Задание 5.** Рассмотрите и изучите при малом увеличении микроскопа микропрепарат – ротовой аппарат грызущего типа. Сравните его строение с ротовым аппаратом, изображенным на рисунке 73.

- 1 – корональный шов; 2 – затылок; 3 – затылочный склерит; 4 – затылочное отверстие; 5 – сложный глаз;  
 6 – париетальный склерит; 7 – cardo; 8 – stipes;  
 9 – нижнечелюстной щупик; 10, 13 – наружная лопасть;  
 11, 14 – внутренняя лопасть; 12 – щупик нижней губы;  
 15 – подподбородок (В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 73 – Голова черного таракана.



Из предложенного фиксированного материала и коллекции выберите насе-

комых с грызущим ротовым аппаратом.

Зарисуйте ротовой аппарат грызущего типа. Обозначьте верхнюю и нижнюю губы, мандибулы, максиллы, обонятельный щупик, ротовое отверстие.

Ротовой аппарат грызущего типа имеется у представителей отрядов насекомых, питающихся твердой пищей: пухопероedов, таракановых, прямокрылых, жесткокрылых, стрекоз, личинок бабочек.

Ротовой аппарат грызущего типа образуют отростки четвертого и шестого сегментов экзоскелета.

Ротовой аппарат состоит из верхней губы, имеющей вид пластинки. Под верхней губой находится пара крепких и мощных верхних челюстей – мандибул, или жвал. Вершины жвал имеют зазубренные края, а их основания – бугорчатую перетирающую поверхность; за жвалами располагаются нижние челюсти – максиллы, каждая из которых несет обонятельный щупик; позади нижних челюстей располагается непарная складка покровов – нижняя губа. Нижняя губа способствует перемещению пищи, а также выполняет сенсорную функцию. Благодаря движению нижних челюстей и нижней губы пища направляется к ротовому отверстию.

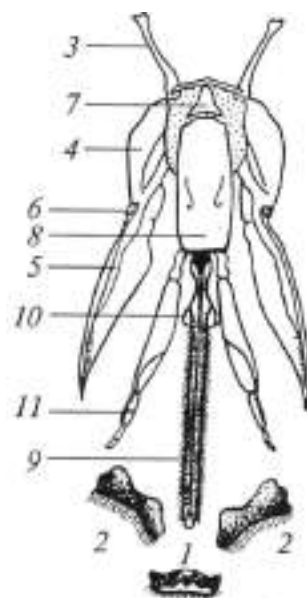
**Задание 6.** Рассмотрите и изучите строение ротового аппарата грызуще-лижущего типа пчелы медоносной (на микропрепарате при малом увеличении микроскопа). Используйте рисунок 74.

Из предложенного фиксированного материала и коллекции отберите насекомых с ротовым аппаратом грызуще-лижущего типа.

Ротовой аппарат грызуще-лижущего типа имеется у представителей отряда перепончатокрылых, питающихся жидкой пищей (нектаром цветов), – пчелы медоносной (*Apis mellifera*).

- 1– верхняя губа; 2– верхняя челюсть; 3-6– нижняя челюсть (3– основной членик; 4– ствол; 5– наружная лопасть; 6 – нижнечелюстной щупик); 7-11– нижняя губа (7– подподбородок; 8– подбородок; 9– внутренние лопасти – язычок; 10– наружная лопасть; 11– нижнегубной щупик) (В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 74 – Ротовой аппарат грызуще-лижущего типа (медоносная пчела).



Верхняя губа – маленькая хитинизированная складка кожи в виде вытянутой пластинки с многочисленными волосками. Верхние челюсти представлены небольшими хитинизированными пластинками, ими собираются и размалываются цветочная пыльца. Нижняя губа устроена сложно, ее внутренние лопасти вытянулись, срослись и образовали язычок. Внутри язычка проходят два канала: слюнный и засасывающий. Нижние губные щупики утратили значение органов осязания и превратились в основную часть хоботка – орган приема пищи.

**Задание 7.** Рассмотрите и изучите при малом увеличении микроскопа мик-

ропрепарат – строение ротового аппарата комараобыкновенного колюще-сосущего типа. Сравните его строение с ротовым аппаратом, изображенным на рисунке75.

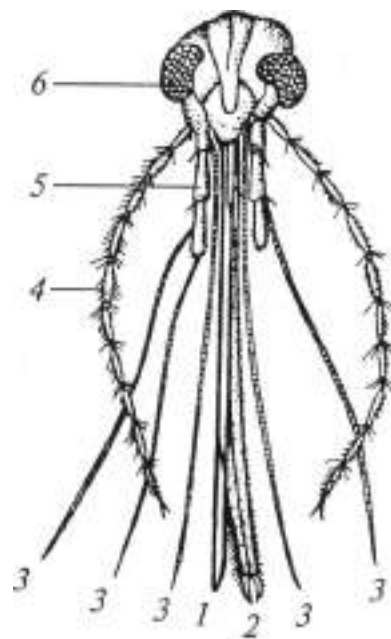
Из предложенного фиксированного материала и коллекций отберите насекомых с ротовым аппаратом колюще-сосущего типа.

Особенности строения ротового аппарата колюще-сосущего типа можно рассмотреть на примере самки комара обыкновенного (*Culex pipiens*), которая питается кровью млекопитающих (рисунок75).

Кожу животного самка прокалывает с помощью сильно видоизмененных жвал и максилл, превратившихся в четыре острых стилета. Стилеты располагаются в желобке, образованном сильно вытянутой нижней губой. Сверху желобок нижней губы прикрывается желобком вытянутой верхней губы.

1 – верхняя губа; 2– нижняя губа; 3– пять колющих щетинок (верхние челюсти – две, нижние челюсти – две, гипофаринкс – один); 4 –антенна; 5– щупик нижней челюсти; 6–фасеточный глаз (В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 75 – Ротовой аппарат колюще-сосущего типа (самка комара).



В состав хоботка входит также гипофаринкс. Когда гипофаринкс прижимается к верхней губе, образуется пищевой канал, по которому и засасывается жидкая пища. По нему в кровь жертвы во время сосания выделяется слюна, содержащая антикоагулянт, препятствующий свертыванию крови, благодаря чему она может засасываться в глотку через узкий пищевой канал.

**Задание 8.**Изучите при малом увеличении микроскопа микропрепарат – строение ротового аппарата мухи комнатной (*Muscadomestica*). Сравните его с хоботком, изображенным на рисунке76.

Из предложенного фиксированного материала и коллекций отберите насекомых с ротовым аппаратомлижущего типа.

1 – нижнечелюстной щупик; 2– нижняя челюсть; 3– верхняя губа; 4 –подглоточник; 5– нижняя губа; 6– подбородок; 7 – концевые лопасти нижней губы (нижнегубные щупики); 8–проток слюнной железы (В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 76 – Ротовой аппарат лижущего типа (муха комнатная).



Ротовой аппарат лижущего типа свойствен мухам (рисунок76). Он представлен хоботком с сильно измененной нижней губой. Жвалы отсутствуют, а нижняя челюсть редуцирована и превращена в пару щупиков. На прокси-

мальном конце хоботка находится расположенный по центру рот, а на дистальном конце две сосательные лопасти – лабеллы. Каждая лабелла пронизана многочисленными мельчайшими канальцами – псевдотрахеями, которые соединяются в центральный канал хоботка.

**Задание 9.** Изучите строение ротового аппарата сосущего типа у бабочки капустной белянки (на микропрепарате при малом увеличении микроскопа). Используйте рисунок 77.

1– головная капсула; 2– антенны (большая часть их удалена); 3– сложные глаза; 4– наличник; 5– верхняя губа; 6– сосательная трубка, образованная парой галеа; 7 – дистальный конец трубки, где галеа не связаны друг с другом; 8– слабо развитый максиллярный щупик; 9– нижняя губа; 10 – хорошо развитый трехчленистый нижнегубной щупик (В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 77– Ротовой аппарат сосущего типа.



Из предложенного фиксированного материала и коллекций отберите насекомых с сосущим типом ротового аппарата.

Многие чешуекрылые, например капустная белянка (*Pieris brassicae*), питаются с помощью хоботка, который в отличие от хоботка мух образуется из двух нижних челюстей (рисунок 77). Максиллы, соединяясь вместе, образуют хоботок, внутри которого проходит желобок, по этому желобку и засасывается пища. Жвалы, максиллярные щупики отсутствуют или недоразвиты.

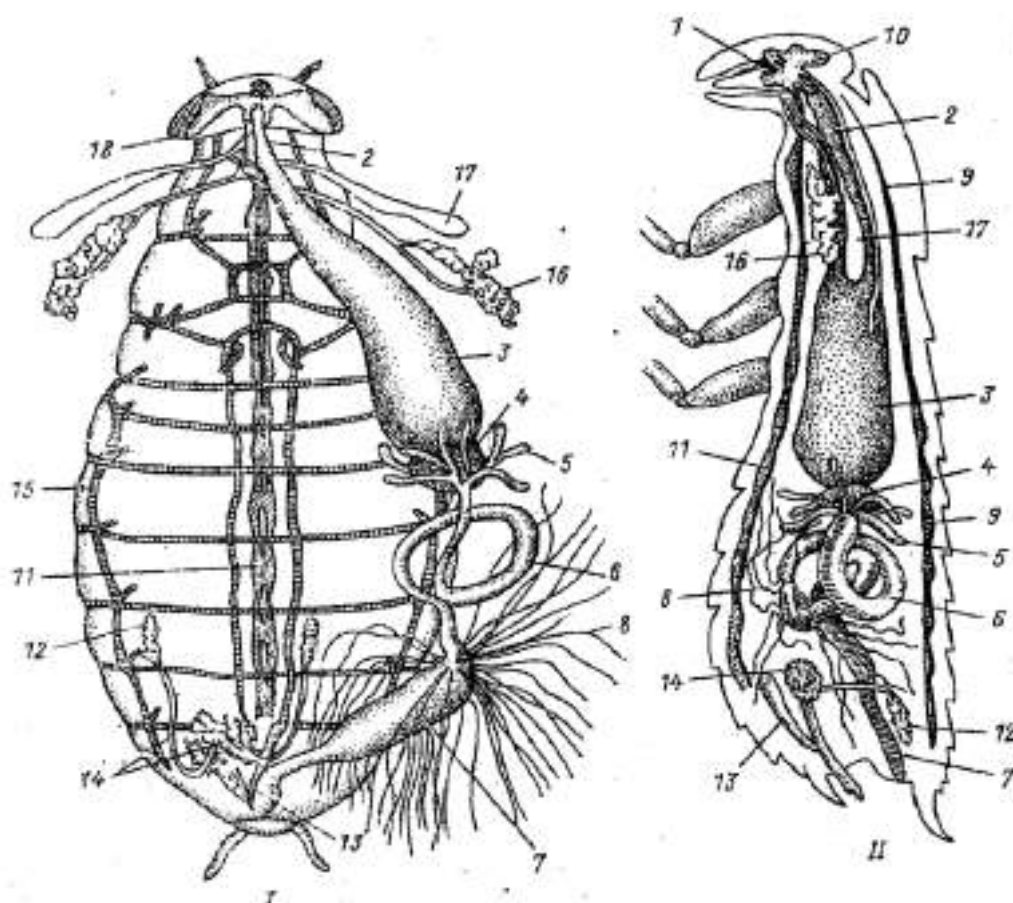
**Задание 10.** С помощью ручной лупы рассмотрите и изучите на вскрытом таракане системы внутренних органов: пищеварительную, кровеносную, дыхательную, нервную, выделительную (рисунок 78).

Зарисуйте внутренние органы черного таракана. Обозначьте кровеносную, пищеварительную, дыхательную, нервную и выделительную системы.

**Вскрытие таракана.** Возьмите таракана в левую руку, спиной кверху и головой от себя, осторожно обрежьте острыми ножницами боковые выдающиеся края тела правой стороны от анального отверстия до головы. Затем, повернув головой к себе, обрежьте края левой стороны от головы до анального отверстия. На переднегруди сделайте соспинной стороны поперечный разрез хитинового покрова, соединяя оба боковых разреза.

Приколите таракана, положив спинной стороной вверх, двумя булавками (голову и последний сегмент брюшка) к восковому дну ванночки. Прикалывая, слегка растяните его тело. Налейте в ванночку воды так, чтобы она полностью прикрыла насекомое. Приподнимите тонким пинцетом задний конец спинного хитинового покрова и, отделяя острым скальпелем или остро отточенной препаровальной иглой, снимите подрезанный хитиновый покров с брюшка и с груди и приколите его ко дну ванночки внутренней стороной вверх. Спинка должна быть снята полностью. В результате вскрыта полость тела (миксоцель). Она заполнена внутренними органами; в промежутках

между ними находится рыхлая беловатая ткань, содержащая запас питательных веществ – жиров, углеводов и белков, необходимых насекомому в период голодания- жировое тело. Его необходимо выщипать пинцетом и вымыть струей воды из пипетки.



1 – глотка, 2 – пищевод; 3 – зоб; 4 – мускулистый желудок; 5 – пилорические придатки; 6 – средняя кишка; 7 – задняя кишка; 8 – мальпигиевы сосуды; 9 – спинной кровеносный сосуд (сердце); 10 – надглоточный ганглий (мозг); 11 – брюшная нервная цепочка; 12 – семенники; 13, 14 – придаточные железы; 15 – трахейная система; 16 – слюнная железа; 17 – резервуар слюнной железы; 18 – общий проток слюнных желез  
(В. А. Шапкин, 2005).

Рисунок 78 – Внутреннее строение черного таракана со спинной стороны (I) и сбоку (II).

Отпрепарируйте кишечник. Распутайте петли кишечника с помощью тонкого пинцета и препаровальных игл, оттягивая пинцетом, постепенно подрезая органы и ткани, связанные с ним, отведите его в сторону, прикрепите булавками ко дну ванночки и рассмотрите с помощью ручной лупы все части пищеварительной системы. Он начинается ротовым отверстием, ведущим в глотку и пищевод. Найдите расширение пищевода – зоб, служащий резервуаром для запаса пищи, и следующий отдел кишечника – мускулистый жевательный желудок, в котором пища перетирается. Потрогайте иглой стенки зоба и желудка. Глотка, пищевод, зоб и жевательный желудок образуют переднюю кишку. В средней кишке пища переваривается и всасывается. Найдите несколько слепых пилорических отростков, открывающихся в сред-



нюю кишку; они увеличивают пищеварительную поверхность. Задний отдел кишечника состоит из толстой и прямой кишки, которая открывается анальным отверстием на последнем сегменте. Распутав кишечник и освободив его от жирового тела, в грудном отделе можно увидеть две слюнные железы. Каждая из них состоит из собственно гроздевидной железы и резервуара. Протоки желез сливаются в общий проток, открывающийся под нижней губой. Слюной, поступающей в ротовую полость, пища смачивается.

Найдите на границе между средней и задней кишкой множество тонких трубочек – мальпигиевых сосудов – органов выделения. Они омываются гемолимфой, всасывают из нее конечные продукты обмена веществ (главным образом, мочекислые соли) и выделяют их в кишечник. Жировое тело тоже принимает участие в выделении; в его клетках накапливаются экскреторные продукты, переведенные в нерастворимое состояние. В этом виде они безвредны для организма. Жировое тело функционирует, как «почка накопления» (внутриклеточное выделение).

Кровеносная система насекомых незамкнутая, слабо развита. Центром ее служит сердце. Рассмотрите с помощью ручной лупы сердце таракана на внутренней стороне отрезанной спинной стенки тела. Сердце имеет вид длинной трубки, состоящей из 13 камер. Сзади сердце замкнуто, впереди продолжается в головную аорту, которая открывается в полость тела. Кровь из аорты изливается в полость тела и смешивается с полостной жидкостью (гемолимфа). Сердце помещается внутри тонкостенной камеры – околосоердечного синуса, соединенного с полостью тела многочисленными отверстиями. Каждая камера сердца имеет по паре боковых отверстий – остий, снабженных клапанами. Обратите внимание, что гемолимфа бесцветна. Она состоит из плазмы и белых кровяных клеток – фагоцитов.

Сердечные камеры поочередно сокращаются и направляют гемолимфу в головную аорту, из которой она изливается в полость тела, циркулирует в промежутках между органами, а затем поступает в околосоердечный синус и через остии – в сердце. Пульсация сердечных камер происходит благодаря сократимости мышечных стенок сердца и при участии крыловидных мышц, которые одним концом прикрепляются к стенкам сердца, другим – к наружным покровам тела. Рассмотрите с помощью ручной лупы крыловидные мышцы, расположенные справа и слева от каждой камеры.

Органы дыхания в противоположность кровеносной системе необычайно развиты. Дыхание осуществляется системой воздухоносных трубочек – трахей, которые ветвятся в теле, оплетают все органы, пронизывают все ткани и проникают в клетки. Воздух входит в трахейную систему через особые отверстия – стигмы (дыхальца), которые находятся по бокам тела.

Промойте водой кусочек жирового тела и найдите в нем трахеи или препаровальной иглой снимите серебристую трубочку – трахею среди других таких трубочек, оплетающих кишечник. Вырезав кусочек трахеи, рассмотрите его под микроскопом сначала при малом, затем при большом увеличении в капле воды, покрыв покровным стеклом. Для более контрастного отображе-

ния прозрачных трубочек слегка затемните поле зрения. Трахеи внутри выстланы кутикулой, образующей утолщения в виде спирали; это придает трахейным трубочкам особую эластичность и поддерживает просвет трахеи открытым. Воздух циркулирует по трахеям благодаря дыхательным движениям брюшка насекомого; сжатием брюшка воздух выталкивается из трахей, а при расширении брюшка устремляется через стигмы внутрь трахейной системы.

Насекомые раздельнополы. Половые органы находятся в задней части брюшка и скрыты жировым телом. Остатки его необходимо отмыть струей воды из пипетки и удалить пинцетом. Рассмотрите органы мужской половой системы. Найдите два семенника. Их можно обнаружить только у молодых самцов. У взрослых самцов семенники, выработав запас спермы, атрофируются и обрастают жировым телом. Парный семяпровод, семенные пузырьки, непарный семяизвергательный канал, который открывается наружу ниже анального отверстия, не видны. Хорошо заметны впадающие в начальную часть семяизвергательного канала придаточные железы белого цвета, грибовидной формы, выделяющие жидкую среду для сперматозоидов.

Рассмотрите у вскрытой самки женские половые органы, представленные парным яичником, парным коротким яйцеводом, непарным влагалищем, семяприемником и придаточными железами. Найдите яичник. Каждый яичник состоит из восьми яйцевых трубочек, в которых растут и созревают яйцевые клетки. Остальные детали женской половой системы рассмотреть трудно.

Центральная нервная система состоит из надглоточного узла (головной мозг), связанного боковыми комиссурами с подглоточным узлом, и брюшной нервной цепочки, образованной девятью ганглиями. Препарирование головного мозга недоступно для обычного занятия, но можно рассмотреть брюшную цепочку. Для этого надо полностью удалить органы пищеварения, половой аппарат и выщипать жировое тело, подчистить иглой дно полости тела. Это позволяет увидеть тонкую белую нить с узелками – ганглиями, которая тянется от головы к заднему концу тела. С помощью ручной лупы рассмотрите нервную цепочку с ганглиями и отходящими от них тончайшими боковыми нервами, идущими ко всем частям тела.

От надглоточного узла отходят нервы кантеннам, глазам и верхней губе. От подглоточного узла, который является первым узлом брюшной нервной цепочки, отходят нервы к челюстям и нижней губе. Следующие три узла нервной цепочки расположены посегментно в груди и иннервируют ноги и крылья. В брюшке расположено шесть брюшных узлов. Последний узел образовался путем слияния ганглиев пяти задних сегментов (с 6-й по 10-й).

**Вопросы для самостоятельной подготовки.**

1. Каковы особенности строения головы насекомых?
2. Каковы особенности строения грызущего ротового аппарата насекомых?
3. Какие типы ротовых аппаратов встречаются у насекомых? С чем связано такое разнообразие?
4. В чем проявляются признаки параллельного развития насекомых и цветковых растений?
5. Назовите типы конечностей насекомых. С чем связано такое разнообразие?
6. Какие видоизменения крыльев встречаются у насекомых? Поясните с чем связано такое разнообразие.
7. Чем отличаются покровы тела у водных и наземных насекомых?
8. Какие четко различимые отделы выделяются в кишечнике насекомых, и где находится граница между отделами?
9. Чем обеспечивается гидролиз клетчатки в кишечнике растительноядных насекомых?
10. Каковы особенности строения сердца насекомых?
11. Какую функцию выполняет трахейная система насекомых?
12. Каковы особенности механизма дыхания насекомых?
13. Каковы строение и функции головного мозга насекомых?
14. Чем объясняется сложное строение мозга у отдельных групп насекомых?
15. Чем представлены органы выделения насекомых? Как они функционируют?
16. Как устроены женская и мужская половые системы насекомых?
17. Как осуществляется циркуляция гемолимфы у насекомых? Каково значение гемолимфы в жизнедеятельности насекомых?
18. Каковы особенности дыхания водных и наземных насекомых?
19. Перечислите и охарактеризуйте приспособления у насекомых к дефициту влаги?
20. Чем объясняется сложное поведение общественных насекомых. Приведите примеры.

**Объясните значение следующих терминов:** гифофаринкс, наличник, тергит, стернит, плевры, стигмы, цефализация, торакс, надкрылья, тазик, вертлуг, жилки; трахеолы, дыхальца, стигмы, аорта, воскоотделительные железы, воздушные камеры, воздушные мешки, диафрагма, пахучие железы, легкие, мальпигиевы сосуды, омматидий, тимпанальные органы, статоцисты, филламенты, фолликулы, хеты, церки, крипты, механорецепторы, сколпофоры.

Выпишите термины и их определения в лабораторный журнал.

## Лабораторное занятие № 12

### Ланцетник – представитель низших хордовых

**Цель.** Изучить строение ланцетника, уметь использовать этот материал в последующем для оценки степени эволюционных преобразований в ряду позвоночных.

**Оборудование и материалы.** Таблицы: систематика типа хордовых, строение ланцетника, поперечный срез ланцетника, схема кровеносной системы ланцетника; микропрепараты: тотальный препарат ланцетника, поперечный срез ланцетника в области глотки.

*Систематическое положение объекта:*

<b>Царство</b>	Животные	Zoa
<b>Подцарство</b>	Многоклеточные	Metazoa
<b>Надраздел</b>	Эуметазои	Eumetazoa
<b>Раздел</b>	Билатеральные	Bilateria
<b>Тип</b>	Хордовые	Chordata
<b>Подтип</b>	Бесчерепные	Acrania
<b>Класс</b>	Головохордовые	Cephalochordata
<b>Вид</b>	Ланцетник европейский	Branchiostomalanceolatum

**Задание 1.** Рассмотрите тотальный микропрепарат ланцетника с помощью микроскопа МБС-1. Ткани ланцетника прозрачны, поэтому на тотальном препарате можно видеть внутренние органы животного.

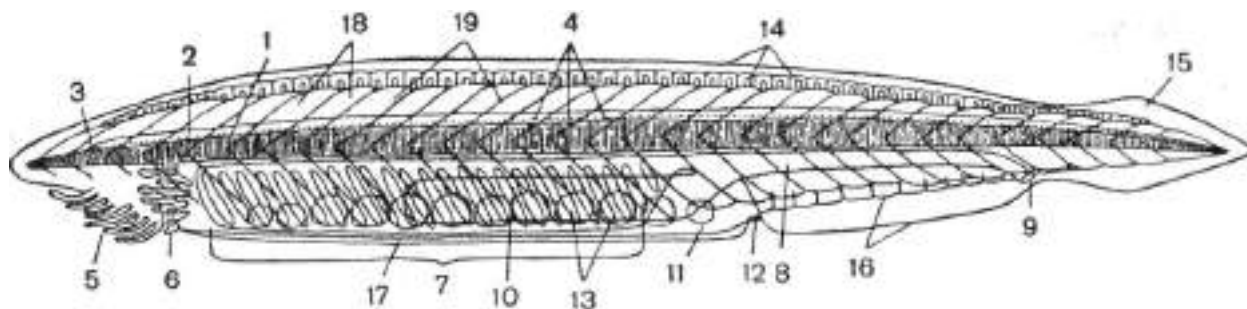
Прежде чем начать изучение, правильно расположите препарат: определите передний конец тела (здесь расположено околотротовое отверстие с околотротовыми щупальцами на брюшной стороне) и задний конец тела (плавник в форме ланцета), после чего расположите препарат спинной стороной от себя.

Сначала рассмотрите плавники. Спинной плавник проходит вдоль всего тела в виде полупрозрачной, почти бесцветной полоски. На заднем конце тела он переходит в хвостовой плавник ланцетовидной формы. Хвостовой плавник переходит в брюшной плавник, заканчивающийся у атриопора.

Под спинным плавником виден окрашенный в красноватый цвет слой мускулатуры. Посмотрев внимательно, можно заметить, что этот слой метамерно разделён на сегменты – миомеры. Между миомерами находятся косо расположенные соединительнотканые перегородки – миосепты, которые хорошо видны.

Под спинной мускулатурой найдите хорду в виде тяжа желтоватого цвета с поперечной исчерченностью, хорда проходит вдоль всего тела (рисунок 79).

Над хордой найдите нервную трубку. Ее верхняя граница не всегда четко определяется. Затем найдите светочувствительные глазки, расположенные на боковых стенках нервной трубки в виде цепочки мелких черных точек, - глазки Гессе. Отрадите на рисунке, в каком отделе сосредоточено наибольшее количество глазков.



1 – хорда; 2 – нервная трубка; 3 – непарный глаз; 4 – светочувствительные глазки (глазки Гессе); 5 – околоротовые щупальца; 6 – парус; 7 – глотка с жаберными щелями; 8 – кишка; 9 – анальное отверстие; 10 – печеночный вырост; 11 – околожаберная полость; 12 – атриопор; 13 – гонады; 14 – спинной плавник; 15 – хвостовой плавник; 16 – брюшной плавник; 17 – метаплевральные складки; 18 – миомеры; 19 – миосепты (Ю. К. Богоявленский, 1988).

Рисунок 79 – Ланцетник (тотальный препарат).

После этого рассмотрите пищеварительную систему. Обратите внимание на слабую дифференцировку кишечной трубки и ее незначительную длину (короче длины тела). Найдите сначала предротовое отверстие, окруженное щупальцами, а затем глотку с косо расположенными жаберными щелями. Количество щелей достигает 120-150 пар. Обратите внимание на размеры глотки: она доходит почти до середины тела.

Глотка переходит в короткий, недифференцированный на отделы, кишечник. Анальное отверстие лежит между хвостовым и брюшным плавниками.

От начальной части кишечника в виде узкой трубки отходит кпереди слепой печеночный вырост, который просвечивает сквозь жаберные щели глотки (виден не на всех препаратах).

Затем найдите гонады, расположенные на брюшной стороне в передней половине тела. Они представлены метамерно расположенными мешками.

Для того, чтобы более правильно отразить взаимное расположение органов, сначала нарисуйте (крупно!) общие контуры тела ланцетника, затем наметьте место расположения хорды и очертите зону пищеварительной системы. После этого зарисуйте остальные органы. На рисунке должны быть обозначены: плавники (спинной, хвостовой, брюшной); миомеры; миосепты; хорда; нервная трубка; светочувствительные глазки; предротовое отверстие; ротовые щупальца; глотка; жаберные щели; кишечник; печеночный вырост (если видно); анальное отверстие; атриопор; гонады (если видно).

**Задание 2.** Изучите под микроскопом МБС-10 препарат «Поперечный срез ланцетника (в области глотки)». Поперечный срез ланцетника имеет форму, близкую к треугольнику. Его основанию соответствует расширенная брюшная сторона, вершине – спинной плавник. Расположите срез брюшной стороной к себе и изучите.

Рассмотрите на поверхности тела тонкий слой кожи. Под кожей располагаются мышцы. Основная масса мышц располагается на спинной стороне, по бокам от нервной трубки и хорды. На брюшной стороне мышцы представлены лишь тонким слоем.

На фоне мышц увидите тонкие, хорошо окрашенные миосепты, которые отделяют миомеры друг от друга. Обратите внимание на соединительнотканную прослойку вокруг хорды. За счет этих элементов у высших хордовых развивается позвоночник, замещающий хорду.

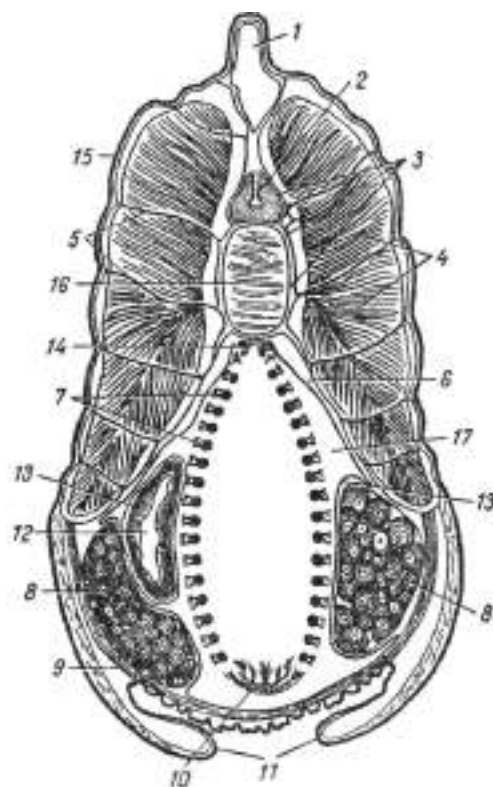
На поперечном срезе ланцетника хорошо прослеживается план расположения осевых органов, характерный для типа хордовых. Найдите расположенные сверху вниз по средней линии нервную трубку, хорду и пищеварительную систему (рисунок 80).

Нервная трубка имеет округло-треугольную форму, в середине видна небольшая полость – невроцель.

Под нервной трубкой видна хорда, имеющая на срезе овальную форму.

1 – камера спинного плавника; 2 – нервная трубка с невроцелем; 3 – скелетогенный слой; 4 – миомеры; 5 – миосепты; 6 – субхордальный целом; 7 – межжаберные перегородки; 8 – гонады; 9 – брюшная мускулатура; 10 – эндостиль; 11 – метаплевральные складки; 12 – печеночный вырост; 13 – участки целома; 14 – наджаберная борозда; 15 – эпидермис; 16 – хорда; 17 – атриальная полость (Ю. К. Богоявленский, 1988).

Рисунок 80 – Ланцетник (поперечный срез в области глотки).



Ниже хорды расположена глотка. Она, как правило, не сохраняет на препарате правильную округлую или овальную форму, так как при изготовлении препарата происходит деформация органов, и боковые стенки глотки сближаются. Вследствие этого полость глотки часто имеет вид щели. Обратите внимание, что стенка глотки не сплошная, а разделена на небольшие отрезки (межжаберные перегородки) многочисленными отверстиями (жаберные щели). Только на верхнем и нижнем полюсе глотки можно видеть участки, лишенные жаберных щелей. На нижнем полюсе такой участок содержит слизистые железы и выстлан мерцательным эпителием. Он называется эндостилем. Желобок на верхнем полюсе называется наджаберной бороздкой. Оба образования играют важную роль в процессе питания ланцетника.

Сбоку от глотки найдите срез печеночного выроста овальной формы. Иногда по обеим сторонам глотки можно видеть парные гонады, заполненные крупными половыми клетками.

Внимательно рассматривая препарат, найдите тонкий слой целотелия, отделяющий околожаберную (атриальную) полость от целома.

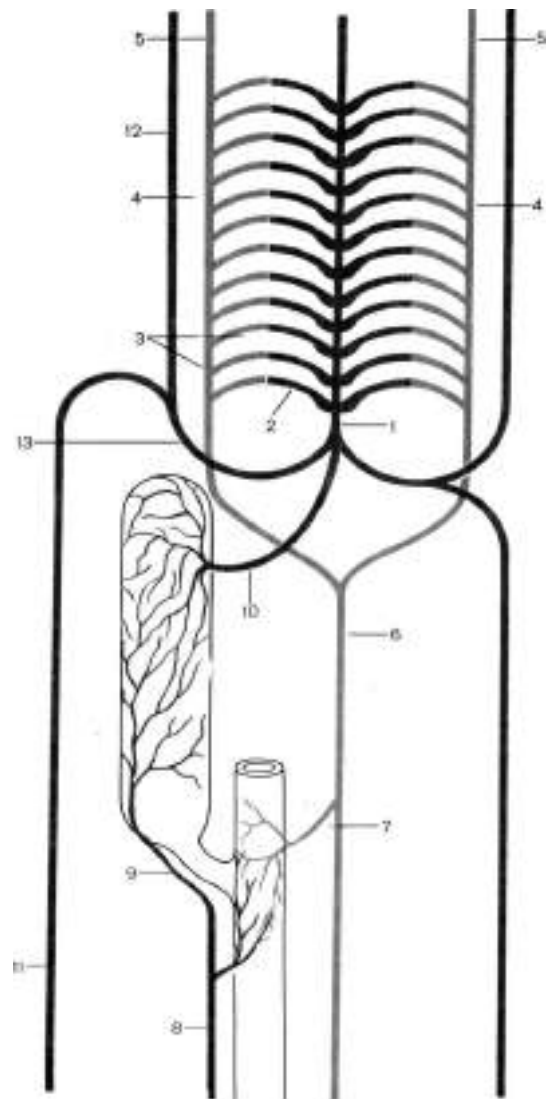
Зарисуйте препарат. На рисунке должны быть обозначены: кожа; спинной

плавник; метаплевральные складки; нервная трубка; невроцель; хорда; полость глотки; жаберные щели; межжаберные перегородки; эндостиль; атриальная полость; целом; печеночный вырост; гонады (если видно); целотелий.

**Задание 3.** Зарисуйте цветными карандашами схему кровеносной системы ланцетника (рисунок 81), используя таблицу. Обозначьте следующие сосуды: брюшная аорта; жаберные артерии; корни спинной аорты; сонные артерии; спинная аорта; воротная система печени; венозный синус; передние кардинальные вены; задние кардинальные вены; общая кардинальная вена.

- 1 – брюшная аорта; 2 – жаберные приносящие артерии; 3 – жаберные выносящие артерии; 4 – корни спинной аорты; 5 – сонные артерии; 6 – спинная аорта; 7 – кишечная артерия; 8 – подкишечная вена; 9 – воротная вена печени; 10 – печеночная вена; 11 – правая задняя кардинальная вена; 12 – правая передняя кардинальная вена; 13 – общая кардинальная вена  
(Ю. К. Богоявленский, 1988).

Рисунок 81 – Строение кровеносной системы ланцетника (схема).



**Вопросы для самостоятельной подготовки.**

1. Назовите морфофизиологические особенности типа хордовых.
2. Какие признаки характерны только для хордовых? В чем сходство хордовых с другими типами животных?
3. Раскройте понятие «вторичноротые» животные. Объясните механизм возникновения вторичного рта.
4. Охарактеризуйте морфофизиологические особенности ланцетника.

**Объясните значение следующих терминов:** хорда, невроцель, околоторотовое отверстие, парус, атриальная полость, атриопор, миомеры, миосепты, глазки Гессе, эндостиль, целотелий.

Выпишите термины и их определения в лабораторный журнал.

## Лабораторное занятие № 13

### Морфология круглоротых

**Цель.** Изучить строение речной миноги, уметь использовать этот материал в последующем для оценки степени эволюционных преобразований в ряду позвоночных.

**Оборудование и материалы.** Таблицы: систематика типа хордовых, строение речной миноги, схема кровеносной системы миноги; влажный препарат миноги в тубусе.

*Систематическое положение объекта:*

<b>Царство</b>	Животные	Zoa
<b>Подцарство</b>	Многоклеточные	Metazoa
<b>Надраздел</b>	Эуметазои	Eumetazoa
<b>Раздел</b>	Билатеральные	Bilateria
<b>Тип</b>	Хордовые	Chordata
<b>Подтип</b>	Позвоночные	Vertebrata
<b>Класс</b>	Круглоротые	Cyclostomata
<b>Подкласс</b>	Миноги	Petromyzones
<b>Вид</b>	Минога речная	Lampetra fluviatilis L.

**Задание 1.** Рассмотрите внешний вид речной миноги на рисунке 82.



- 1 – ротовая (присасывательная) воронка; 2 – непарная ноздря; 3 – глаз;  
 4 – наружные отверстия жаберных мешков; 5 – органы боковой линии;  
 6 – анальное отверстие; 7 – мочеполовой сосочек; 8 – спинные плавники;  
 9 – хвостовой плавник; 10 – миомер; 11 – миосепта (Н. Н. Карташев, 2004).

Рисунок 82 – Внешний вид речной миноги.

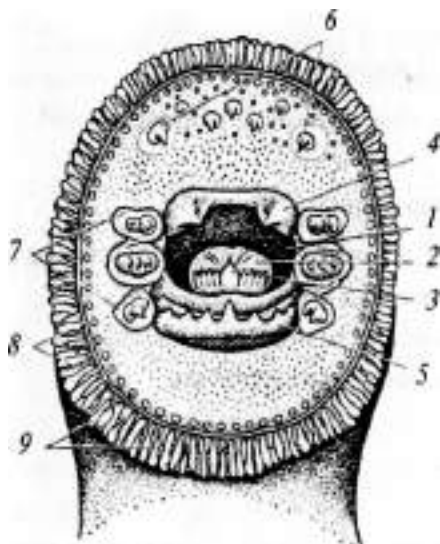
Речная минога имеет удлиненное змеевидное тело, без четких границ разделяющееся на голову, туловище и хвост. Голова и туловище в сечении округлые, хвост сжат с боков.

Спереди располагается присасывательная предротовая воронка (рисунок 83), окруженная кожными сосочками и имеющая на внутренней поверхности роговые «зубы». Расположение и число роговых «зубов» имеют систематическое значение.

В глубине воронки находится ротовое отверстие и виден конец языка, вооруженный сложной роговой зубной пластинкой. На верхней поверхности головы имеется непарная ноздря и позади нее участок непигментированной кожи в области расположения теменного «глаза», который служит добавоч-



ным светочувствительным органом. Парные глаза, находящиеся по бокам головы, прикрыты прозрачной кожей, формирующей наружные слои роговицы. Позади глаз открывается 7 пар наружных отверстий жаберных мешков. На коже головы и туловища находятся органы боковой линии; они заметны в виде бугорков с небольшой прорезью, в глубине которой расположена чувствующая почка. На вентральной поверхности тела расположено анальное отверстие, позади него – небольшой мочеполовой сосочек.



1 – ротовое отверстие; 2 – конец языка; 3 – роговая зубная пластинка на конце языка; 4 – верхняя (надротовая) роговая зубная пластинка; 5 – нижняя (подротовая) роговая зубная пластинка; 6 – верхние губные «зубы»; 7 – боковые губные «зубы»; 8 – мелкие краевые губные «зубы»; 9 – кожистая бахрома краев воронки (Н. Н. Карташев, 2004).

Рисунок 83 – Ротовая воронка речной миноги.

На дорсальной поверхности тела находятся два спинных плавника – остатки сплошной непарной плавниковой складки. Задний конец тела окаймлен хвостовым плавником. Осевой скелет разделяет хвостовой плавник на две равные части.

Голая кожа миноги покрыта слизью, обильно выделяемой специальными одноклеточными кожными железами. Чешуи или каких-либо иных элементов наружного скелета кожа не содержит.

Мышцы туловища и хвоста состоят из изогнутых разделенных миосепта-мисегментов миомеров, которые хорошо видны при удалении кожного покрова.

Зарисуйте внешний вид миноги речной.

**Задание 2.** Познакомьтесь с внутренним строением речной миноги, используя рисунки 84 и 85 пособия.

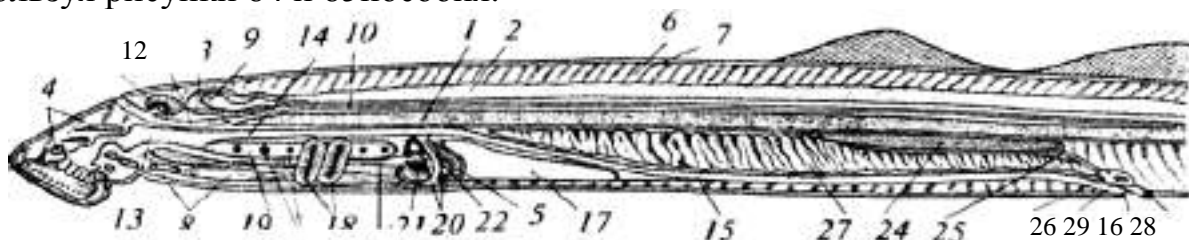
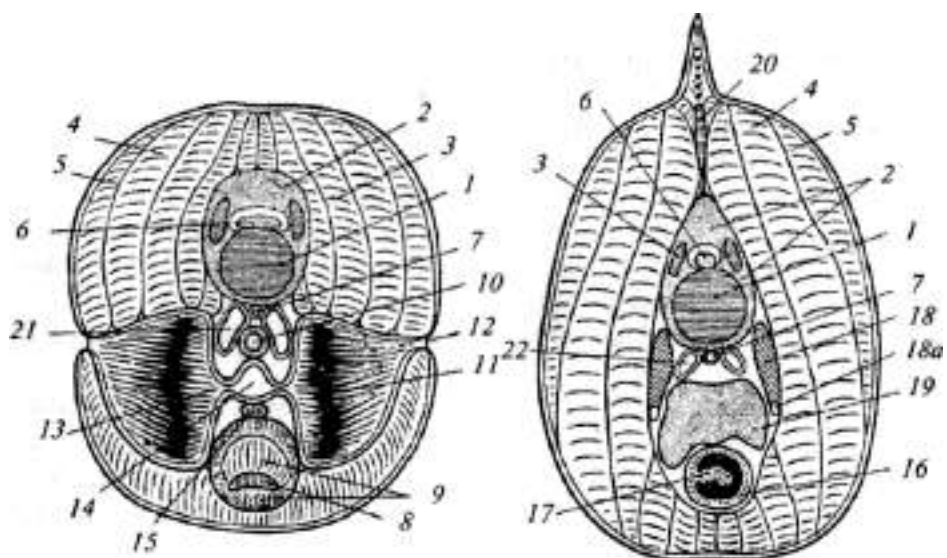


Рисунок 84 – Продольный разрез речной миноги:

1 – хорда; 2 – соединительнотканная оболочка хорды; 3 – мозговой череп; 4 – хрящи предротовой воронки; 5 – околосердечный хрящ; 6 – миомер; 7 – миосепта; 8 – мускулатура языка; 9 – головной мозг; 10 – спинной мозг; 11 – обонятельный мешок; 12 – питуитарный вырост; 13 – ротовая полость; 14 – пищевод; 15 – кишка; 16 – анальное отверстие; 17 – печень; 18 – жаберные мешки; 19 – дыхательная трубка; 19а – внутренние отверстия жаберных мешков; 20 – предсердие; 21 – желудочек; 22 – венозная пазуха; 23 – брюшная аорта; 24 – почка; 25 – мочеточник; 26 – мочеполовой синус; 27 – половая железа; 28 – мочеполовой сосочек; 29 – половая пора (Н. Н. Карташев, 2004).



А – в области жаберных мешков; Б – в области кишки:

- 1 – хорда; 2 – соединительнотканная оболочка хорды; 3 – хрящевые зачатки верхних дуг;  
 4 – миомер; 5 – миосепта; 6 – спинной мозг; 7 – спинная аорта; 8 – хрящ языка;  
 9 – мускулатура языка; 10 – пищевод; 11 – жаберный мешок; 12 – наружное отверстие жаберного мешка; 13 – внутреннее отверстие жаберного мешка; 14 – дыхательная трубка;  
 15 – брюшная аорта; 16 – кишка; 17 – спиральный клапан; 18 – почка; 18а – мочеточник;  
 19 – половая железа; 20 – плавниковый луч; 21 – лимфатические полости; 22 – задние кардинальные вены (Н. Н. Карташев, 2004).

Рисунок 85 –Схемы поперечных разрезов речной миноги.

*Центральная нервная система* отчетливо разделена на головной и спинной мозг. Спинной мозг имеет лентовидно уплощенную форму, располагается над хордой; он прикрыт сверху жировой подушкой, а с боков охвачен общей с хордой соединительнотканной оболочкой.

Наружная непарная ноздря коротким носовым каналом сообщается с округлым темно окрашенным складчатым обонятельным мешком. От обонятельного мешка вниз и назад под головной мозг и передний отдел хорды отходит слепой назо-гипофизарный (питуитарный) вырост. Назо-гипофизарный вырост служит своеобразной пипеткой, которая насасывает и выталкивает воду из ноздри, обновляя ее порции в обонятельном мешке.

*Пищеварительная система.* Ротовое отверстие, лежащее в глубине присасывательной воронки, ведет в ротовую полость (рисунок 84). Глотка у миноги имеется только на стадии личинки. Во время метаморфоза она разделяется на два самостоятельных отдела – пищевод и дыхательную трубку (см. описание дыхательной системы). Пищевод начинается от задней части ротовой полости, идет под хордой и, обогнув сердце слева, незаметно переходит в кишку. Кишка тянется над печенью, далее идет назад без изгибов по нижней стороне брюшной полости и заканчивается анальным (заднепроходным) отверстием. Внутренняя часть слизистой оболочки кишечника образует продольную складку, которая вдается в полость кишки и увеличивает ее всасывающую поверхность, – это спиральный клапан.

Позади сердца располагается крупная компактная печень. У взрослых ми-

ног, живущих в море, есть желчный пузырь и желчный проток; у особей, которые идут в реки на нерест и перестают питаться, эти органы редуцируются.

В процессе питания миноги присасываются предротовой воронкой к телу жертвы (рыбы). Роговые «зубы», расположенные на внутренней поверхности ротовой воронки, способствуют более прочному прикреплению миноги. При помощи роговой зубной пластинки на кончике языка минога проделывает отверстие в коже жертвы. Благодаря ритмичным сокращениям мощного мускулистого языка, действующего как поршень, кровь насасывается в ротовую полость и оттуда поступает в пищевод.

*Дыхательная система.* В отличие от всех других позвоночных у круглоротых жаберные щели сообщаются с жаберными мешками (рисунок 85), имеющими энтодермальное происхождение. Внутренняя поверхность жаберных мешков образует многочисленные складки слизистой оболочки с густой сетью мелких кровеносных сосудов – капилляров. У миноги каждый жаберный мешок (всего их 7 пар) открывается наружу самостоятельным наружным отверстием. Внутреннее отверстие каждого жаберного мешка соединяет его полость с дыхательной трубкой, которая представляет собой слепо оканчивающееся производное глотки. Впереди трубка перегорожена клапаном, так называемым парусом, предотвращающим выход из нее воды вперед, в ротовую полость.

У плавающей миноги вода поступает через рот в ротовую полость, оттуда проходит в дыхательную трубку и, пройдя сквозь жаберные мешки, выбрасывается через их наружные отверстия наружу. При этом кислород, растворенный в воде, проникает в капилляры и связывается пигментом крови, а насыщающий венозную кровь углекислый газ переходит в воду и с ней выводится наружу.

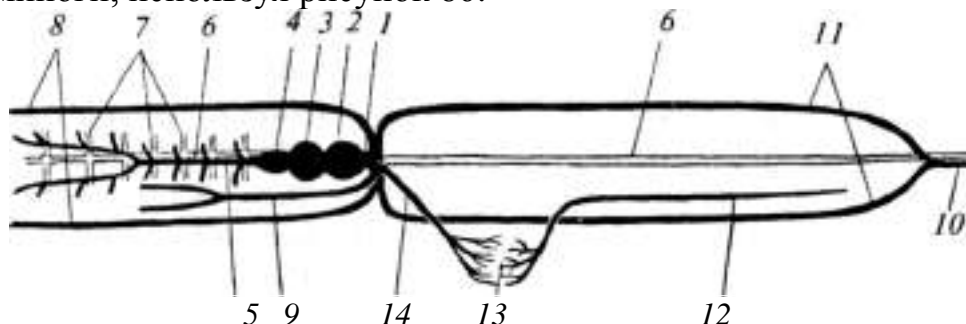
В процессе питания или если минога просто присосалась к какому-либо предмету, ток воды через ротовую полость невозможен. Парус перекрывает дыхательную трубку, а жидкая пища проходит из ротовой полости в пищевод. Дыхание при этом осуществляется иным путем: под воздействием мускулатуры стенок тела жаберные мешки сжимаются, и вода выталкивается через наружные жаберные отверстия (активный выдох); далее благодаря упругости хрящевой жаберной решетки жаберная область снова расширяется и вода через те же наружные отверстия засасывается в жаберные мешки (пассивный вдох).

*Мочеполовая система.* Органами выделения круглоротых служат мезонефрические (туловищные) почки, которые в виде парных лентовидных образований подвешены на брыжейке к дорсальной стенке задней половины полости тела. По нижнему краю почек проходит тонкий канал – мочеточник. Немного позади почек мочеточники правой и левой сторон соединяются и образуют непарную трубку – мочеполовой синус, открывающийся наружу на вершине мочеполового сосочка.

Половая железа непарная, занимает почти всю свободную часть полости тела. Яичники самок хорошо отличимы от семенников самцов по зернистой

структуре. Половых протоков нет, половые продукты через разрывы в стенке железы попадают в полость тела, затем через половые поры (отверстия в стенках мочеполового синуса) проникают внутрь мочеполового синуса и через его отверстие выводятся наружу.

**Задание 3.** Зарисуйте цветными карандашами схему кровеносной системы речной миноги, используя рисунок 86.



1 – венозный синус; 2 – предсердие; 3 – желудочек; 4 – луковица аорты; 5 – брюшная аорта с отходящими от нее приносящими жаберными артериями; 6 – спинная аорта; 7 – впадающие в спинную аорту выносящие жаберные артерии; 8 – передняя кардинальная вена; 9 – нижняя яремная вена; 10 – хвостовая вена; 11 – задняя кардинальная вена; 12 – подкишечная вена; 13 – воротная система печени; 14 – печеночная вена  
(Н. Н. Карташев, 2004).

Рисунок 86 – Схема кровеносной системы речной миноги (вид с брюшной стороны).

### **Вопросы для самостоятельной подготовки.**

1. Назовите характерные особенности круглоротых.
2. Опишите черты приспособления круглоротых к условиям существования.
3. Каково эволюционное значение круглоротых?

**Объясните значение следующих терминов:** ротовая воронка, мочеполовой сосочек, зубная пластинка, теменной глаз, жаберные мешки, питуитарный вырост, спиральный клапан, дыхательная трубка, мезонефрические почки. Выпишите термины и их определения в лабораторный журнал.

## **Лабораторное занятие № 14**

### **Особенности морфологии хрящевых рыб**

**Цель.** Изучить строение хрящевых рыб, уметь использовать этот материал в последующем для оценки степени эволюционных преобразований в ряду позвоночных.

**Оборудование и материалы.** Таблицы: систематика типа хордовых, строение колючей акулы, схема кровеносной системы акулы; влажный препарат эмбриона акулы в тубусе.

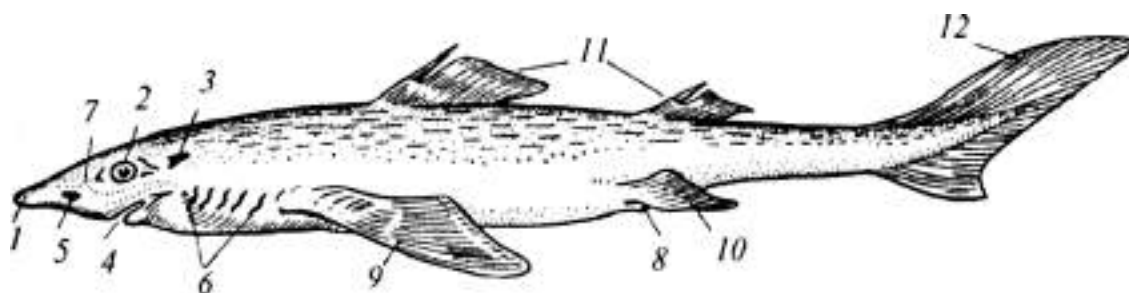
*Систематическое положение объекта:*

<b>Царство</b>	Животные	Zoa
<b>Подцарство</b>	Многоклеточные	Metazoa
<b>Надраздел</b>	Эуметазои	Eumetazoa
<b>Раздел</b>	Билатеральные	Bilateria
<b>Тип</b>	Хордовые	Chordata
<b>Подтип</b>	Позвоночные	Vertebrata
<b>Класс</b>	Хрящевые рыбы	Chondrichthyes
<b>Подкласс</b>	Пластиножаберные	Elasmobranchii
<b>Отряд</b>	Катранообразные, или Колючие акулы	Squaliformes
<b>Вид</b>	Колючая акула	SqualusacanthiasL.

**Задание 1.** Рассмотрите внешний вид акулы в тубусе и на рисунке 87.

Торпедообразное тело акулы в туловищном отделе несколько сжато в дорсовентральном направлении и имеет в поперечном сечении близкую к треугольной форму. Тело подразделяется на три отдела (без четких границ): голову, туловище и хвост.

Голова имеет короткое рыло. По бокам головы расположены крупные парные глаза; в отличие от миноги глаз снабжен веками, хотя и неподвижными, как и у всех рыб. Позади и несколько выше каждого глаза находится небольшое отверстие – брызгальце. Это редуцированная жаберная щель, расположенная между челюстной и подъязычной висцеральными дугами (см. ниже). Брызгальце ведет в полость глотки. На нижней стороне головы расположена поперечная ротовая щель. На челюстях находятся острые, направленные назад зубы; они представляют собой видоизмененные плакоидные чешуи (см. ниже). Впереди рта вентрально расположены парные ноздри. Каждая ноздря кожным клапаном разделена на два отверстия. Позади рта на боковых поверхностях головы хорошо видны пять пар вертикальных жаберных щелей, прикрытых спереди кожистой складкой – жаберной перегородкой.



1– рыло; 2– глаз; 3– брызгальце; 4– ротовая щель; 5 – ноздря; 6– жаберные щели; 7 – отверстия каналов боковой линии; 8– клоака; 9– грудной плавник; 10– брюшной плавник; 11 – спинные плавники; 12– хвостовой плавник (Н. Н. Карташев, 2004).

Рисунок 87 – Внешний вид колючей акулы (катрана).

На нижней и боковой сторонах головы расположены многочисленные отверстия каналов боковой линии. Это характерный для рыб сейсмоденситивный орган, воспринимающий колебания воды.

Туловищный отдел начинается от последней жаберной щели и заканчивается отверстием клоаки. Далее расположен хвостовой отдел.

У акул, как и у рыб других групп, имеются парные конечности: грудные и брюшные плавники. У самцов акул внутренняя часть каждого брюшного плавника преобразуется в специальный вырост – копулятивный орган. На спинной поверхности тела имеется два непарных спинных плавника. У колючей акулы передние края обоих спинных плавников образованы твердым острым шипом, у других видов шипов нет.

Хвостовой стебель заканчивается мощным гетероцеркальным, т. е. неравнолопастным, хвостовым плавником. На боковых поверхностях туловища и хвоста располагаются в ряд мелкие отверстия каналов боковой линии, которые здесь выражены значительно хуже, чем на голове.

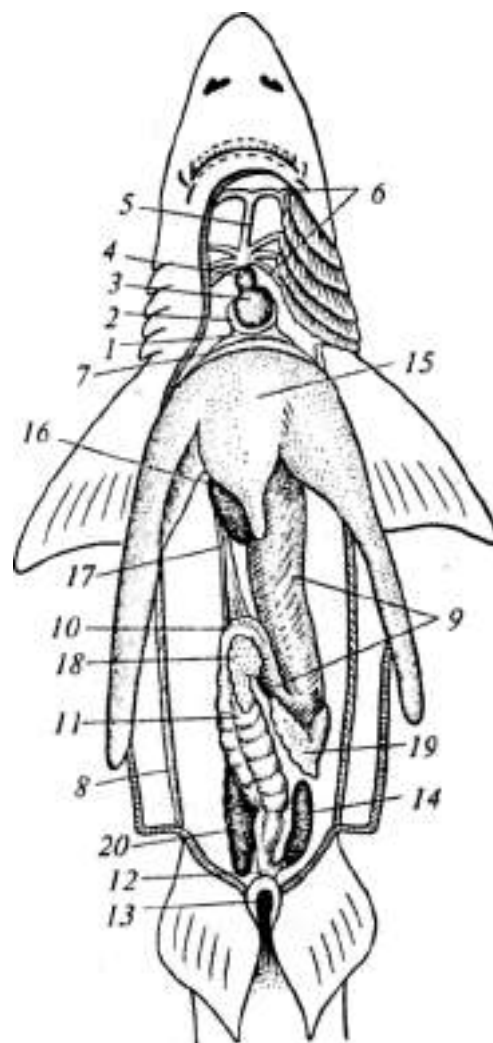
Кожа акул имеет многочисленные плакоидные чешуи – дентиновые пластинки, несущие направленные назад зубчики. Они хорошо ощущаются, если провести пальцем по коже от хвоста к голове.

Мускулатура туловища и хвоста состоит из мышечных сегментов - миомеров, отделенных друг от друга соединительнотканными перегородками (миосептами). В отдельных участках тела (например, в основаниях парных плавников) мышцы представлены набором пучков, метамерное расположение которых не столь выражено.

**Задание 2.** Познакомьтесь с внутренним строением колючей акулы, используя рисунок пособия (рисунок 88).

- 1 – венозный синус; 2– предсердие; 3– желудочек;
- 4– артериальный конус; 5 – брюшная аорта;
- 6 – приносящие жаберные артерии; 7 – кювьеров проток; 8 – боковая вена; 9 – желудок; 10 – тонкая кишка; 11 – толстая кишка (просвечивает спиральный клапан); 12 – прямая кишка; 13– клоака;
- 14 – ректальная железа; 15 – печень; 16 – желчный пузырь; 17 – желчный проток; 18 – поджелудочная железа; 19 – селезенка; 20– правая почка (левая не изображена) (Н. Н. Карташев, 2004).

Рисунок 88 – Общее расположение внутренних органов колючей акулы.



**Кровеносная система.** Сердце состоит из двух камер – предсердия и желудочка. Кровь из вен собирается в венозный синус, или венозную пазуху. Она хорошо заметна и имеет вид тонкостенного треугольного образования (желудочек сердца нужно немного оттянуть пинцетом вперед). Из венозной пазухи кровь поступает в тонкостенное предсердие, ча-

стично прикрытое снизу желудочком и хорошо заметное по бокам от него. Из предсердия кровь переходит в толстостенный мускулистый желудочек сердца. Сокращениями мышечных стенок желудочка кровь проталкивается в последний отдел сердца – артериальный конус, переходящий в брюшную аорту. Стенки артериального конуса, как и желудочка, состоят из поперечно-полосатых мышц; стенки брюшной аорты, как и остальных кровеносных сосудов, содержат гладкие мышечные волокна. От брюшной аорты отходят пять пар приносящих жаберных артерий. Передняя приносящая жаберная артерия снабжает кровью переднюю полужабру; вторая, ответвляясь от первой, – первую целую жабру. Последующие три пары приносящих жаберных артерий подходят каждая к одной из следующих трех жабр.

При обычном анатомировании периферическую часть кровеносной системы, описание которой приводится далее, рассмотреть не удастся; ее видно лишь на специальном препарате с инъецированными сосудами.

Приносящие жаберные артерии в жаберных лепестках распадаются на сеть капилляров, через стенки которых происходит газообмен. Насыщенная кислородом артериальная кровь собирается в выносящие жаберные артерии, которые впадают в спинную аорту, проходящую под позвоночным столбом. По ответвлениям спинной аорты кровь попадает во все участки тела.

Венозная кровь из головы собирается в парные передние кардинальные вены и нижние яремные вены. Идущая из хвоста хвостовая вена входит в туловище и разделяется на правую и левую воротные вены почек, которые, распадаясь в почках на капилляры, образуют воротную систему почек. Из почек кровь собирается парными задними кардинальными венами. Яремные, а также передние и задние кардинальные вены каждой стороны сливаются в кювьеров проток. От брюшных плавников кровь идет по боковым венам, которые сливаются с подключичными венами, несущими кровь от грудных плавников, и впадают в кювьеровы протоки. Кювьеровы протоки правой и левой сторон впадают в венозную пазуху. От желудка, кишечника и селезенки кровь собирают несколько вен, сливающихся в воротную вену печени, в печени она распадается на капилляры. Из печени кровь выносят печеночные вены, впадающие непосредственно в венозную пазуху.

*Дыхательная система.* Глотка акулы пронизана пятью парами жаберных щелей, открывающихся наружу. Между ними в стенках глотки располагаются хрящевые жаберные дуги. К жаберным дугам прикрепляются кожистые жаберные перегородки, достигающие до наружного жаберного отверстия и прикрывающие лежащую позади жаберную щель. На каждой стороне жаберной перегородки в ее основных двух третях располагаются многочисленные пластинчатые жаберные лепестки. Каждая сторона жаберной перегородки с жаберными лепестками называется полужаброй, а две полужабры, прикрепленные к одной жаберной дуге, составляют жабру. У колючей акулы имеется одна полужабра, расположенная на подъязычной дуге, и четыре целые жаберы на I-IV жаберных дугах; V жаберная дуга жаберы не несет. Небольшая, так называемая ложная жабра (в действительности полужабра) расположена

на передней стенке брызгальца.

*Пищеварительная система.* Рот акулы снабжен подвижными хрящевыми челюстями. На коже, покрывающей челюсти, плакоидные чешуи преобразовались в крупные зубы, которые располагаются несколькими рядами, совместно формируя пильчатые гребни. На дне ротовой полости находится язык – небольшая складка слизистой оболочки, поддерживаемая непарным элементом подъязычной дуги; собственной мускулатуры он не имеет. Ротовая полость без заметной границы переходит в обширную глотку, пронизанную жаберными щелями. От задней части глотки начинается пищевод (*oesophagus*); на препарате он прикрыт печенью. Пищевод без заметных границ переходит в обширный, легко растяжимый U-образный желудок. От желудка отходит короткая тонкая кишка, переходящая в значительно более широкую толстую кишку. За ней следует прямая кишка, которая открывается в клоаку. Внутри толстой кишки имеется просвечивающий сквозь ее стенки спиральный клапан. Он представляет собой широкую спиральную складку слизистой оболочки, которая направлена в просвет кишки и образует около десятка витков. Спиральный клапан значительно увеличивает всасывающую поверхность. Его можно рассмотреть, сделав на участке толстой кишки продольный разрез. От средней части прямой кишки отходит полый пальцеобразный вырост – ректальная железа – орган осморегуляции.

Железы пищеварительного тракта у акул хорошо развиты. Масивная трехлопастная печень занимает переднюю часть брюшной полости. Вырабатываемая в печени желчь собирается в желчный пузырь, связанный с тонкой кишкой отчетливо заметным желчным протоком. Поджелудочная железа представлена двумя долями. Компактная вентральная доля прилегает к тонкой кишке, сообщаясь с ней мелкими (на препарате не видны) протоками.

К изогнутой части желудка примыкает небольшая, с заостренным задним краем, селезенка – орган кроветворения.

*Мочеполовая система.* Почки акулы – парные, сильно вытянутые, лежат по бокам позвоночника от уровня грудных плавников назад, но хорошо развиты только в задней половине туловища. Почки акул относятся к мезонефрическому типу.

Ближе к заднему концу почек, на вентральной поверхности, слабо заметны тоненькие трубочки – мочеточники. Они открываются в полость открывающегося в клоаку мочевого, или мочеполового, сосочка с отверстием на вершине.

Самцы имеют парные семенники, которые лежат в виде удлиненных тел по бокам пищевода, скрытые под лопастями печени. От семенников отходят тонкие семявыносящие каналы, в виде тонких беловатых нитей, проходящих по брыжейке, на которой подвешен семенник (пинцетом следует слегка оттянуть семенник). Семявыносящие каналы впадают в переднюю, редуцированную часть почки, фактически выполняющую функцию придатка семенника. Канальцы этой части почки сливаются в семяпровод – вольфов канал; он проходит по средней линии брюшной поверхности почки. У половоз-



рельх самцов самая концевая часть семяпровода образует расширение – семенной пузырек. Оба семяпровода открываются в полость мочеполювого сосочка. К концу каждого вольфова канала примыкает, открываясь тоже в полость мочеполювого сосочка, тонкостенный полый вырост – семенной мешок. Семенные мешки – остатки задней части мюллеровых каналов. Полость мочеполювого сосочка открывается в клоаку расположенным на его вершине мочеполювым отверстием.

У самок парные яичники хорошо видны по бокам пищевода (так же, как у самцов семенники). Парные яйцеводы, или мюллеровы каналы, расположены на брюшной поверхности почек. Передние концы правого и левого яйцеводов, огибая печень, образуют плотно сближенные воронки на вентральной поверхности ее центральной лопасти. В области передней части почек яйцеводы образуют небольшие расширения – скорлуповые железы, секрет которых формирует оболочку яйца. Катраны живородящи, поэтому скорлуповые железы у них недоразвиты. Расширенная задняя часть каждого яйцевода представляет собой маточный отдел, открывающийся в полость клоаки самостоятельным отверстием по бокам мочевого сосочка.

***Вопросы для самостоятельной подготовки.***

1. Назовите характерные особенности пластиножаберных рыб.
2. Опишите морфологические особенности акул.
3. Каково эволюционное значение хрящевых рыб?

***Объясните значение следующих терминов:*** плакоидные чешуи, брызгальца, полужабра, гетероцеркальный плавник, спиральный клапан, мочеполювой сосочек, вольфов канал, мюллеров канал. Выпишите термины и их определения в лабораторный журнал.

**Лабораторное занятие № 15**  
**Особенности морфологии костных рыб**

***Цель.*** Изучить морфофизиологические особенности подтипа позвоночных и класса рыб.

***Оборудование и материалы.*** Таблицы: систематика подтипа позвоночных; морфология костной рыбы; схема кровеносной системы рыбы; скелет рыбы; раздаточный материал: скелет рыбы, свежая рыба (окунь, плотва); набор инструментов для вскрытия: ножницы большие и глазные, пинцеты, булавки, препаровальные иглы, ванночки с воском, часовые стекла, колбы с водой; микроскопы МБС-10.

*Систематическое положение объекта:*

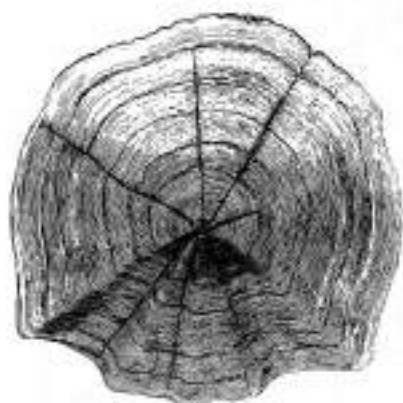
<b>Царство</b>	Животные	Zoa
<b>Подцарство</b>	Многоклеточные	Metazoa
<b>Надраздел</b>	Эуметазои	Eumetazoa
<b>Раздел</b>	Билатеральные	Bilateria
<b>Тип</b>	Хордовые	Chordata
<b>Подтип</b>	Позвоночные	Vertebrata
<b>Надкласс</b>	Рыбы	Pisces
<b>Класс</b>	Костные рыбы	Osteichthyes
<b>Подкласс</b>	Лучеперые	Actinopterygii
<b>Надотряд</b>	Костистые рыбы	Teleostei
<b>Отряд</b>	Окунеобразные	Perciformes
<b>Вид</b>	Окунь речной	Perca fluviatilis

**Задание 1.** Изучить особенности внешнего строения рыбы.

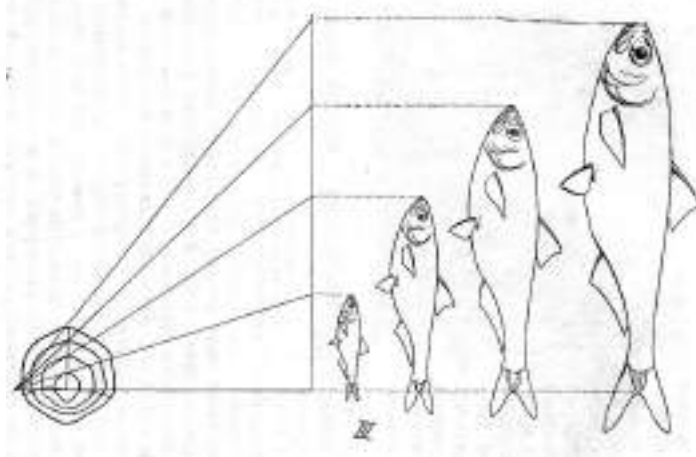
При внешнем осмотре рыбы (*Percafluviatilis*) обратите внимание на форму тела, характер сочленения головы с туловищем, расположение чешуи. Найдите жаберные крышки, глаза, ноздри, рассмотрите форму и расположение зубов. Обязательно найдите боковую линию, проходящую вдоль всего тела – от головы до хвостового плавника. Пинцетом извлеките чешую из боковой линии и рассмотрите под МБС-10, обратите внимание на пронизывающий чешую канал.

Затем рассмотрите плавники. Найдите парные плавники – грудные и брюшные и непарные – спинной, хвостовой, анальный.

Возьмите чешую выше боковой линии на уровне второго луча спинного плавника (3-5 экз.), пинцетом выложите ее на предметное стекло и определите при помощи МБС-10 возраст рыбы, пользуясь рисунком 89. Перед микроскопическим исследованием чешую смочите водой.



1



2

1 – годовые кольца на чешуе; 2 – соотношение между скоростью роста рыбы и размером чешуи (Б.А. Кузнецов, А.З. Чернов, 1978).

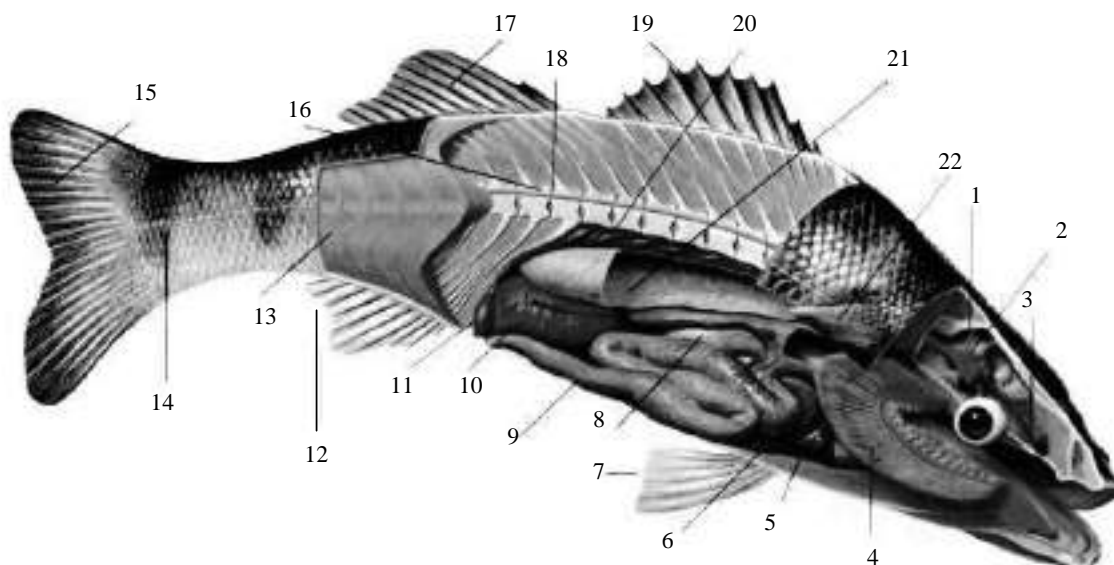
Рисунок 89 – Определение возраста рыбы.

## Задание 2. Вскрытие и изучение внутреннего строения рыбы.

Возьмите рыбу в левую руку брюшной стороной вверх, головой от себя и ножницами сделайте разрез по брюшной стороне от анального отверстия до жаберных крышек. После этого сделайте второй разрез – от анального отверстия до боковой линии и затем вдоль боковой линии до жаберной крышки. После этого соедините оба разреза позади жаберной крышки и снимите вырезанную часть боковой стенки тела вместе с ребрами.

Положите рыбу в ванночку и рассмотрите внутренние органы в естественном положении. Найдите плавательный пузырь, половые железы, пищеварительную трубку, сердце. Затем переходите к более детальному изучению каждой системы органов.

Начните с органов пищеварения. Найдите ротовую полость, которая переходит в глотку, пронизанную жаберными щелями. Глотка без четкой границы переходит в желудок – наиболее широкий отдел пищеварительной трубки. У плотвы желудок, постепенно сужаясь, переходит в двенадцатиперстную кишку. Последняя образует короткую петлю, охватывающую селезенку округлой формы темно-красного цвета. Остальная часть кишечной трубки не дифференцирована на отделы (рисунок 90).



- 1 - череп; 2 - головной мозг; 3 - обонятельная луковица; 4 - жабры; 5 - сердце;  
6 - печень; 7 - брюшной плавник; 8 - желудок; 9 - кишечник; 10 - половая железа;  
11 - мочевой пузырь; 12 - анальный плавник; 13 - мышечный сегмент; 14 - боковая линия;  
15 - хвостовой плавник; 16 - спинной мозг; 17, 19 - спинные плавники;  
18 - позвоночник; 20 - почка; 21 - плавательный пузырь; 22 - грудной плавник.

Рисунок 90 – Морфологические особенности окуня *Perca fluviatilis*.

У окуня задняя часть желудка четко отграничена от двенадцатиперстной кишки. Последняя начинается от нижней поверхности желудка и в начальной части окружена шестью пилорическими отростками.

Чтобы лучше рассмотреть степень дифференцировки и длину кишечника,

перережьте брыжейку. Для этого возьмите пинцетом кишку ближе к анальному отверстию иоттяните, ножницами перережьте натянувшуюся брыжейку. Расправив кишечник, сравните его длину с длиной тела.

Вокруг желудка и двенадцатиперстной кишки располагается печень бурого цвета мягкой консистенции. Здесь же виден желчный пузырь темного синезеленого цвета. Ткань поджелудочной железы у рыб рассеяна диффузно вдоль всей печени.

Затем поднимите жаберную крышку, рассмотрите жабры ипроследите связь органов дыхания с глоткой.

После этого отпрепарируйте половую железу, не удаляя ее полностью, выведите дистальный конец железы наружу. У самки непарный яичник имеет ярко-оранжевый цвет изернистую поверхность. У самца семенник парный, беловатого цвета, гомогенный.

Плавательный пузырь у окуня имеет вид тонкостенного мешка, у плотвы разделен на две части. Осторожно удалите его, после этого можно рассмотреть почки. Они тянутся в виде узкой ленты темно-красного цвета вдоль позвоночника, вплоть до мочевого отверстия. Наибольшее скопление почечной ткани находится на границе, отделяющей туловище от головы. Мочеточники тянутся вдоль почек, но не видны невооруженным глазом.

Сердце расположено на брюшной стороне на уровне заднего края жаберной крышки. Найдите предсердие, расположенное над желудочком, оно – тонкостенное, темно-красного цвета, желудочек – бледно-розового. Затем найдите отходящую от сердца луковицу аорты, переходящую в короткую брюшную аорту.

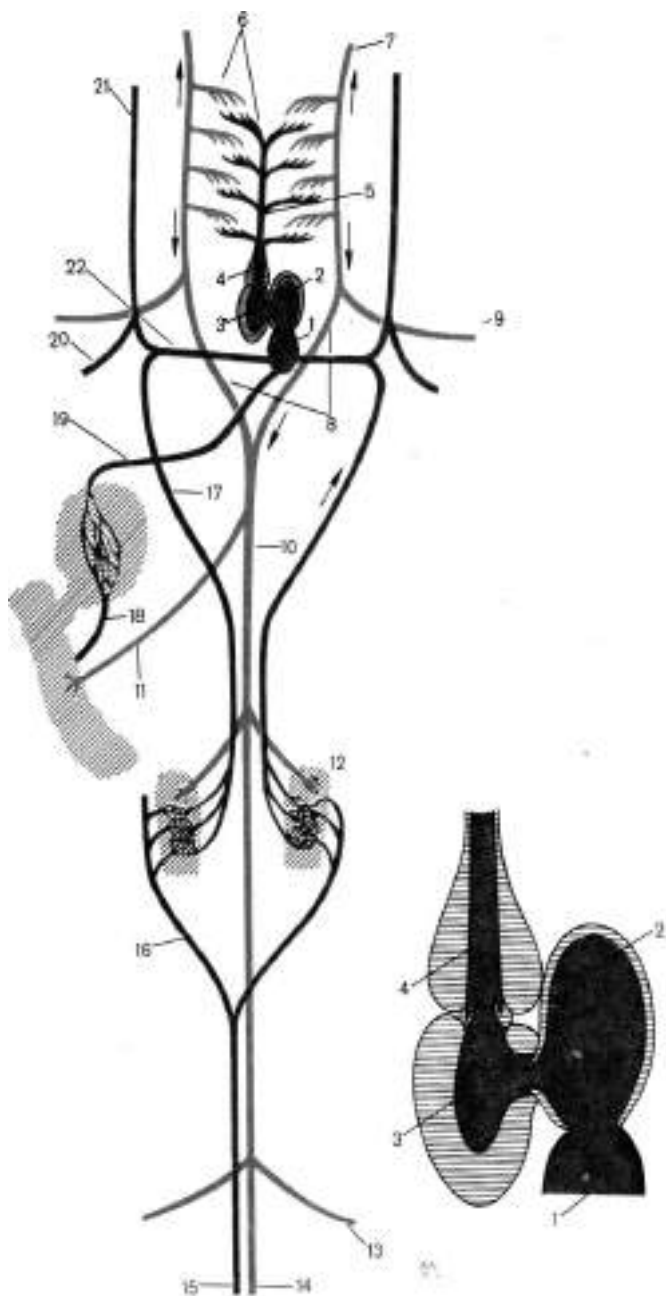
После вскрытия зарисуйте внешнее и внутреннее строение рыбы.

**Задание 3.**Изучение строения жабры костистой рыбы.

Вырежьте ножницами одну жабру или ее часть, промойте в воде, положите на часовое стекло с водой и рассмотрите с помощью микроскопа МБС-10 на белом фоне предметного столика.

Жабра состоит из костной пластинки – жаберной дуги, на выпуклой стороне которой расположено множество тонких эпителиальных выростов – жаберных лепестков. Имеющиеся в каждом лепестке кровеносные капилляры, обеспечивают газообмен. На вогнутой стороне жаберной дуги найдите небольшие зубовидные выросты – жаберные тычинки, защищающие жаберные лепестки от засорения.Зарисуйте строение жабры.

**Задание 4.**Изучение кровеносной системы рыбы.Изучите кровеносную систему рыбы, пользуясь рисунком 91.



- 1 – венозный синус; 2 – предсердие;  
 3 – желудочек; 4 – луковица аорты;  
 5 – брюшная аорта; 6 – жаберные сосуды;  
 7 – левая сонная артерия;  
 8 – корни спинной аорты;  
 9 – левая подключичная артерия;  
 10 – спинная аорта; 11 – кишечная артерия;  
 12 – почки; 13 – левая подвздошная артерия;  
 14 – хвостовая артерия;  
 15 – хвостовая вена; 16 – правая воротная вена почек;  
 17 – правая задняя кардинальная вена; 18 – воротная вена печени;  
 19 – печеночная вена;  
 20 – правая подключичная вена;  
 21 – правая передняя кардинальная вена;  
 22 – общая кардинальная вена  
 (Ю. К. Богоявленский, 1988).  
 Рисунок 91– Строение кровеносной системы и сердца рыбы(схема).

**Вопросы для самостоятельной подготовки.**

1. Назовите морфофизиологические особенности подтипа позвоночных, черты прогрессивной организации.
2. Дайте классификацию подтипа позвоночных. Проведите сравнительную характеристику анамний и амниот.
3. Назовите характерные особенности костных рыб.
4. Рыбы как промежуточные хозяева гельминтов.

**Объясните значение следующих терминов:** анамнии, амниоты, амнион, хорион, аллантоис. Выпишите термины и их определения в лабораторный журнал.

## Лабораторное занятие № 16

### Морфология земноводных. Определение земноводных, их описание и классификация

**Цель.** Уметь идентифицировать представителей класса амфибий, обосновать их эволюционное значение; изучить особенности морфологии лягушки.

**Оборудование и материалы.** Таблицы: систематика типа хордовых; строение лягушки; развитие лягушки; схема кровеносной системы амфибий; скелет лягушки; макропрепараты: скелет лягушки, пищеварительная система лягушки, нервная система лягушки, тритоны (личинки и взрослые); раздаточный материал: лягушки, усыпленные эфиром; набор инструментов: ножницы обычные, глазные, пинцеты глазные, булавки, препаровальные иглы, ванночки для вскрытия.

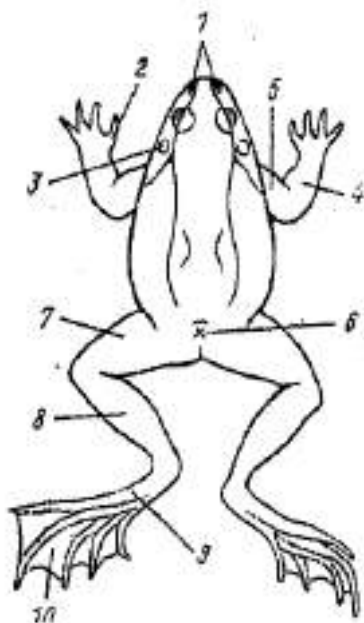
*Систематическое положение объекта:*

Царство	Животные	Zoa
Подцарство	Многоклеточные	Metazoa
Надраздел	Эуметазои	Eumetazoa
Раздел	Билатеральные	Bilateria
Тип	Хордовые	Chordata
Подтип	Позвоночные	Vertebrata
Класс	Земноводные	Amphibia
Отряд	Бесхвостые	Anura
Вид	Травяная лягушка	Rana temporaria

**Задание 1.** Изучить внешнее строение лягушки (*Rana temporaria*).

Положите усыпленную эфиром лягушку в ванночку и рассмотрите ее внешнее строение (рисунок 92).

Голова лягушки, имеющая треугольную форму, постепенно переходит в короткое и широкое туловище. Шейный отдел не выражен, но благодаря наличию одного шейного позвонка голова обладает некоторой подвижностью (определите, в какой плоскости).



- 1 – ноздри; 2 – подушечка на пальце (только у самцов);  
3 – барабанная перепонка; 4 – предплечье;  
5 – плечо; 6 – отверстие клоаки; 7 – бедро;  
8 – голень; 9 – пяточный отдел стопы;  
10 – плавательная перепонка  
(Е. А. Веселов, 1979).

Рисунок 92 – Внешнее строение самца лягушки.

Потрогайте кожу: она влажная от покрывающей ее слизи, мягкая, не имеет чешуйчатого покрова.

Найдите на голове выпуклые глаза, снабженные веками и мигательной перепонкой. Вперед от глаз располагаются ноздри, а позади глаз – отверстия среднего уха, затянутые барабанными перепонками.

Затем раскройте лягушке рот и рассмотрите хоаны и отверстия слуховых труб (в верхних углах ротовой полости). Проведите пальцем по челюстям и небу – это поможет обнаружить зубы амфибий. Возьмите пинцетом язык и познакомьтесь с особенностями его прикрепления. Рассмотрите передние и задние конечности. Передние конечности имеют только четыре пальца, задние – пять, между пальцами натянута перепонка.

Отличительным внешним признаком самцов служит строение большого пальца передней конечности, на котором находится утолщение, или «мозоль».

### **Задание 2.** Вскрытие лягушки.

Усыпленную эфиром (или хлороформом) лягушку положите в ванночку для вскрытия брюшной стороной вверх и зафиксируйте булавками конечности.

Пинцетом приподнимите кожу в нижней части живота и ножницами сделайте сначала небольшой поперечный разрез, затем разрез кожи по средней линии живота до нижней челюсти. На уровне передних конечностей сделайте второй поперечный разрез в обе стороны и отверните кожные лоскуты, приколов их булавками. Обратите внимание на многочисленные разветвления кровеносных сосудов в коже.

После этого сделайте разрезы мышечной стенки: сначала поперечный разрез внизу живота, затем продольный – по средней линии, до грудины. Грудину осторожно приподнимите пинцетом и отделите от подлежащих тканей, затем осторожно перережьте ее и доведите разрез до нижней челюсти. Сейчас же за грудиной сделайте разрезы вправо и влево; отведите мышечные лоскуты в стороны, так же как кожные, и изучите внутреннее строение.

### **Задание 3.** Изучение внутреннего строения лягушки.

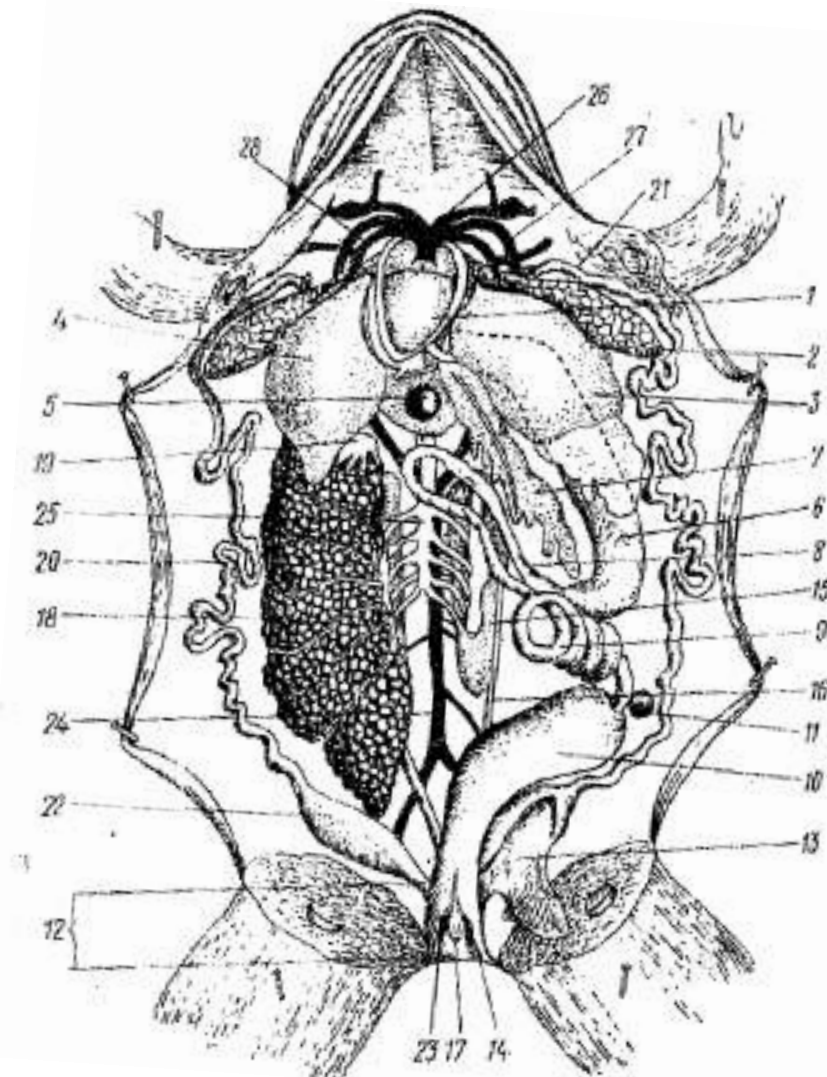
Прежде всего, найдите сердце треугольной формы, лежащее за грудиной. Обычно оно продолжает сокращаться. Найдите темно-красные предсердия и более бледный желудочек, образующий вершину треугольника. Рассмотрите сосуды, выходящие из сердца (рисунки 93).

По бокам и позади сердца найдите легочные мешки (их легко узнать по ячеистому строению) и осторожно вытяните пинцетом. Воздухоносные пути – трахея и бронхи – у амфибий не дифференцированы, что можно наглядно увидеть на макропрепарате органов дыхания и пищеварения лягушки.

Затем рассмотрите пищеварительную систему. Найдите желудок (наиболее широкий отдел), который, постепенно сужаясь, переходит в двенадцатиперстную кишку. Последняя образует петлю, в брыжейке которой видна поджелудочная железа желтоватого цвета. Двенадцатиперстная кишка переходит в тонкую кишку, свернутую в петли.

Тонкая кишка впадает в резко расширенную толстую кишку. Осторожно перережьте глазными ножницами брыжейку кишечника и расправьте его по

всей длине. Сравните длину тонкого и толстого кишечника, а также соотношение длины всего кишечника и тела лягушки. После этого сравните соотношение длины кишечника и тела у рыб и амфибий, а также степень дифференцировки пищеварительной трубки у этих двух классов.



1 – сердце; 2 – легкое; 3 – левая лопасть печени; 4 – правая лопасть печени; 5 – желчный пузырь; 6 – желудок; 7 – поджелудочная железа; 8 – двенадцатиперстная кишка; 9 – тонкая кишка; 10 – толстая кишка; 11 – селезенка; 12 – клоака; 13 – мочевой пузырь; 14 – отверстие мочевого пузыря в клоаке; 15 – левая почка с надпочечником; 16 – мочеточник; 17 – отверстие мочеточников в клоаку; 18 – правый яичник (левый удален); 19 – жировое тело; 20 – яйцеводы (правый и левый); 21 – воронка яйцевода; 22 – маточный отдел яйцевода; 23 – отверстие яйцевода в клоаке; 24 – спинная аорта; 25 – задняя полая вена; 26 – общая сонная артерия; 27 – левая дуга аорты; 28 – легочная артерия (Е. А. Веселов, 1979). Рисунок 93 – Вскрытая самка лягушки.

Затем рассмотрите половую систему самца и самки. Половая система самца устроена просто. При вскрытии самца следует отодвинуть кишечник в сторону, за пределы тела. После этого можно видеть семенники, расположенные по бокам позвоночника. Они имеют вид желто-серых бобовидных тел. На верхнем полюсе каждой половой железы рассмотрите жировое тело



ярко-оранжевого цвета. Семяпроводы отсутствуют.

Половая система самок устроена значительно сложнее и в зависимости от того, произошло икрометание или нет, выглядит по-разному.

У самок, у которых не произошло икрометания, в середине полости тела увидите два крупных зернистых яичника в виде мешков черно-серого цвета, заполненных яйцеклетками. В боковых частях полости тела, справа и слева от пищеварительной системы, найдите яйцеводы, имеющие вид длинных, сильно извитых, полупрозрачных трубок. Перережьте с одной стороны брыжейку яйцевода глазными ножницами, вынесите его за пределы тела и расправьте. Обратите внимание, что начало яйцевода (воронка) расположено на уровне легких. Найдите конечный отдел яйцевода, впадающий в нижний отдел толстой кишки, и обратите внимание на его диаметр и истонченность стенок. Он получил название «маточный» отдел, поскольку здесь скапливаются все яйцеклетки перед выметыванием наружу. У некоторых лягушек часть яйцеклеток уже перешла из яичников в яйцеводы и скопилась в «маточном» отделе, но яичники еще содержат много половых клеток. У отдельных лягушек все яйцеклетки перешли из яичника в «маточный» отдел яйцевода; в этом случае яичники атрофируются и имеют вид спавшихся зеленоватых выростов небольшого размера. Яйцеводы, за исключением «маточных» отделов, также слегка атрофируются. И, наконец, если лягушка выметала икру, то атрофируются не только яичники, но и яйцеводы. Степень атрофии зависит от срока, прошедшего со времени икрометания.

Найдите орган выделения лягушки – почки. Для этого необходимо отвести кишечник, а у самца отвести и семенники в сторону. Почки лежат по бокам позвоночника в виде узких уплощенных лент темно-красного цвета.

От почек начинаются протоки, по которым моча поступает в мочевой пузырь, а затем – в клоаку.

Зарисуйте внешнее и внутреннее строение лягушки.

**Задание 4.** Изучение кровеносной системы лягушки. Изучите по таблице или рисунку 94 кровеносную систему лягушки, зарисуйте в альбоме.

### ***Вопросы для самостоятельной подготовки.***

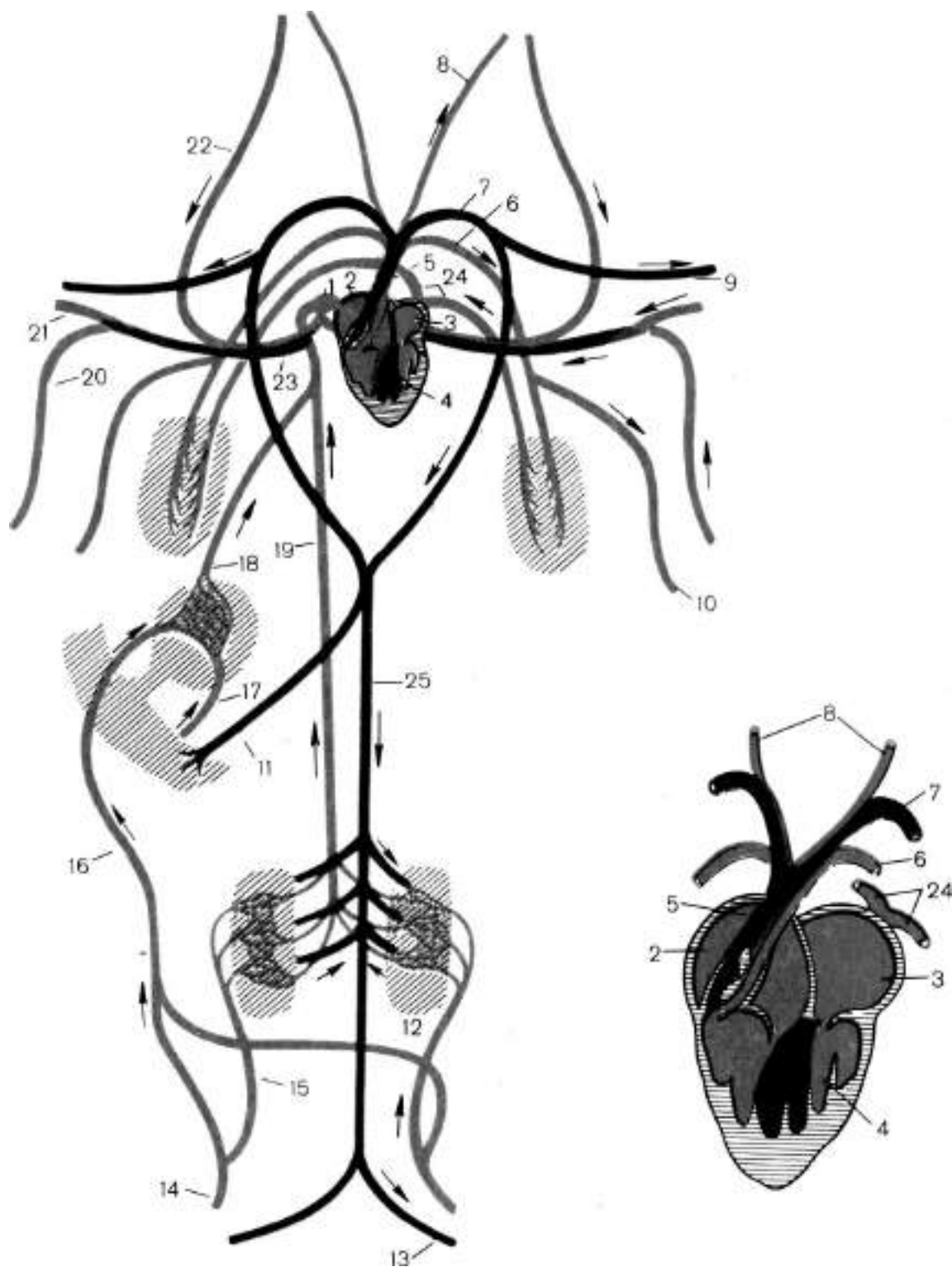
1. Характерные черты амфибий. Отличительные особенности представителей разных отрядов амфибий: хвостатых, бесхвостых, безногих.

2. Приспособительные и прогрессивные черты амфибий на примере лягушки.

3. Типы постэмбрионального развития амфибий.

**Объясните значение следующих терминов:** барабанная перепонка, среднее ухо, резонаторные мешки, хоаны, жировое тело, клоака, маточный отдел яйцеводов, артериальный конус.

Выпишите термины и их определения в лабораторный журнал.



1 –венозный синус; 2 –правое предсердие; 3 – левое предсердие; 4 –желудочек;  
 5 –артериальный конус; 6 –левая легочная артерия; 7 –левая дуга аорты; 8 –сонные арте-  
 рии; 9 – левая подключичная артерия; 10 –левая кожная артерия; 11 –кишечная артерия;  
 12 –почки; 13 –левая подвздошная артерия; 14 – правая подвздошная вена;  
 15 –воротная вена почек; 16 –брюшная вена; 17 –воротная вена печени; 18 –печеночная  
 вена; 19 –задняя полая вена; 20 –кожная вена; 21 –правая подключичная вена;  
 22 –правая яремная вена; 23 –передняя полая вена; 24 –легочные вены; 25 –спинная аорта  
 (Ю. К. Богоявленский, 1988).

Рисунок 94 –Кровеносная система лягушки.

## Лабораторное занятие № 17

### Морфология пресмыкающихся. Определение пресмыкающихся, их описание и классификация.

**Цель.** Изучение характерных признаков рептилий – представителей высших позвоночных (Amniota).

**Оборудование и материалы.** Таблицы: внешнее и внутреннее строение ящерицы, систематика позвоночных; макропрепараты: вскрытая ящерица, вскрытая черепаха, скелет ящерицы, скелет ужа; раздаточный материал: фиксированные ящерицы; ручные лупы.

*Систематическое положение объекта:*

<b>Царство</b>	Животные	Zoa
<b>Подцарство</b>	Многоклеточные	Metazoa
<b>Надраздел</b>	Эуметазои	Eumetazoa
<b>Раздел</b>	Билатеральные	Bilateria
<b>Тип</b>	Хордовые	Chordata
<b>Подтип</b>	Позвоночные	Vertebrata
<b>Класс</b>	Пресмыкающиеся	Reptilia
<b>Отряд</b>	Чешуйчатые	Squamata
<b>Вид</b>	Ящерица прыткая	Lacertaagilis

Рептилии – первые истинные наземные позвоночные, полностью утратившие связь с водной средой, в связи с чем, в их организации появляется ряд приспособлений к наземным условиям существования. Наряду с этим класс рептилий приобретает изменения прогрессивного характера. От рептилий произошли птицы и млекопитающие.

**Задание 1.** Изучение внешнего строения ящерицы (*Lacertaagilis*).

Рассмотрите внешнее строение ящерицы, обращая внимание на отделы тела: голову, шею, туловище и хвостовой отдел, пятипалые конечности. Важно отметить, что шейный отдел у рептилий хорошо выражен (количество позвонков увеличивается до восьми), что значительно повышает подвижность головы.

Рассмотрите чешую, которая покрывает все тело ящерицы. Над щелью рта найдите парные ноздри, а по бокам головы глаза, снабженные тремя веками. Еще более кзади найдите слуховые отверстия, затянутые в глубине барабанными перепонками. На верхней поверхности головы по средней линии можно с помощью лупы разглядеть непарный теменной глаз.

Раскройте рот ящерицы и рассмотрите с помощью лупы мелкие зубы на челюстях, имеющие одинаковую конусообразную форму.

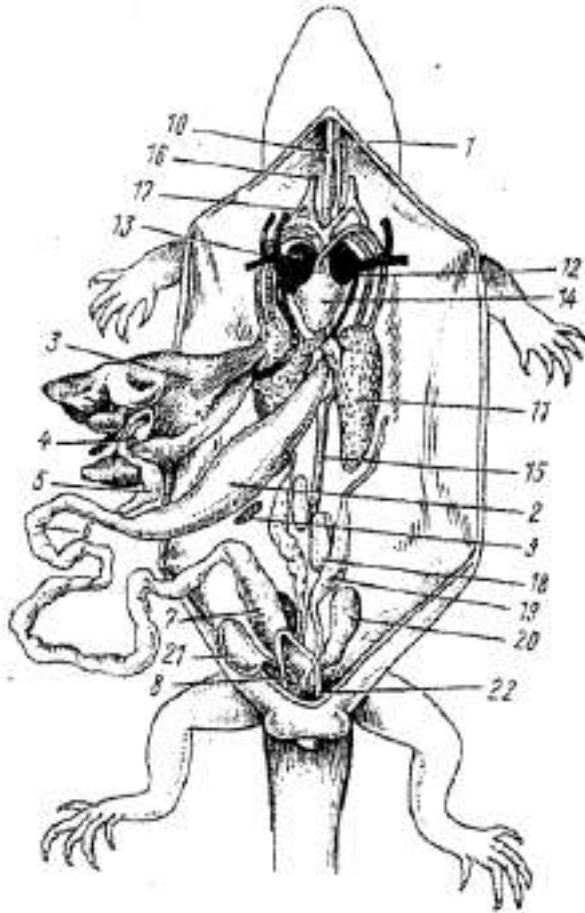
**Задание 2.** Изучение внутреннего строения ящерицы.

В передней части тела видно сердце, заключенное в тонкую околосердечную сумку (рисунки 95, 96).

Рассмотрите отделы сердца. Более массивный конусовидный желудочек лежит внизу, над ним расположены два тонкостенных предсердия. Органы

дыхания представлены длинной трахейной трубкой, короткими бронхами и легкими, имеющими вид продолговатых мешков.

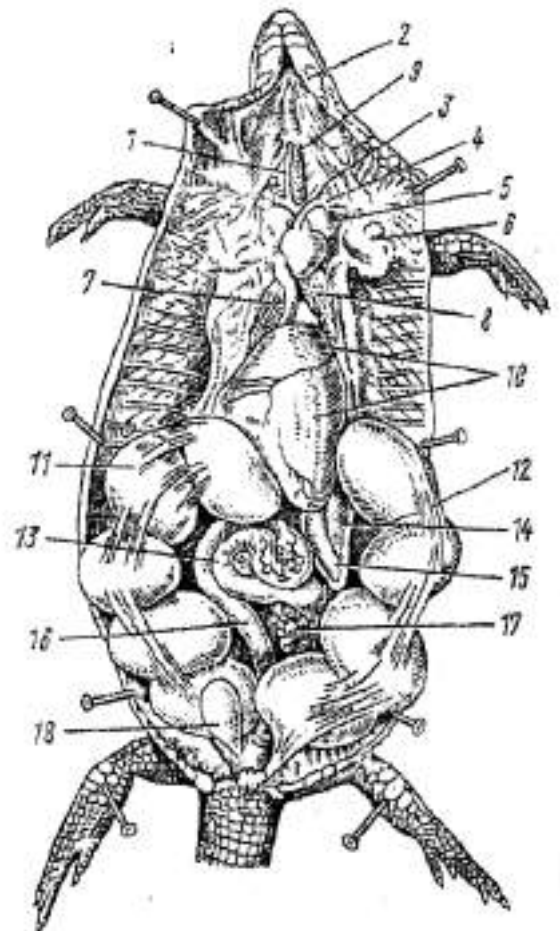
Затем рассмотрите органы пищеварения. Найдите пищевод, который идет параллельно трахее и переходит в желудок. Найдите на внутренней стороне печени желчный пузырь. После этого найдите желудок. Обратите внимание, что желудок хорошо отграничен от кишечника. За желудком следует двенадцатиперстная кишка, в ее брыжейке лежит поджелудочная железа.

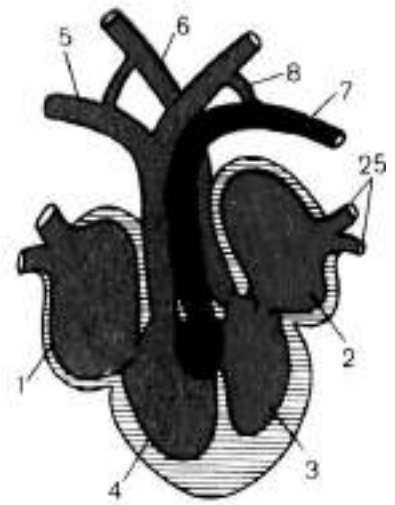
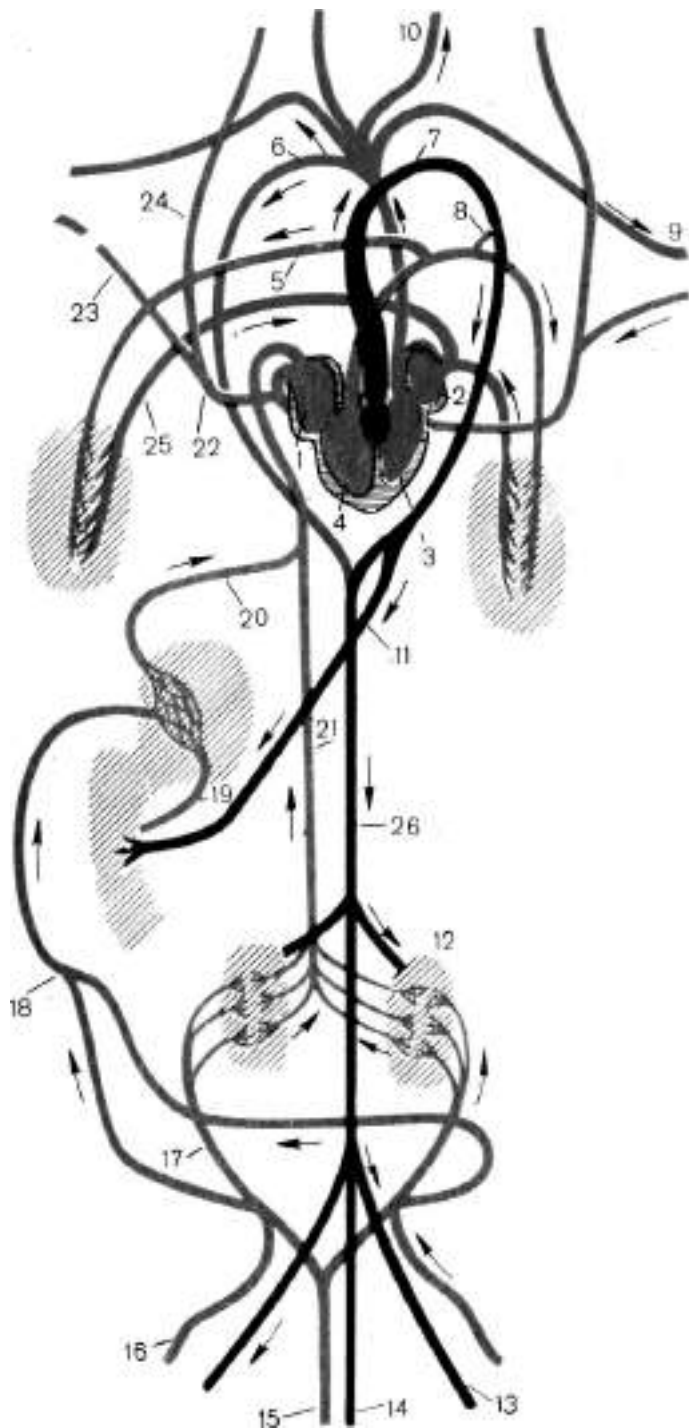


1 и 3 – сонные артерии; 2 – подрезанная кожа; 4 – дуга аорты; 5 – левое предсердие; 6 – перерезанная мускулатура; 7, 8 – легкие; 9 – трахея; 10 – печень; 11 – яйцо; 12 – яйцевод; 13 – тонкие кишки; 14 – желудок; 15 – поджелудочная железа; 16 – прямая кишка; 17 – яичник; 18 – мочевой пузырь (Е. А. Веселов, 1979).

Рисунок 96 – Вскрытая самка ящерицы.

1 – пищевод; 2 – желудочек; 3 – печень; 4 – желчный пузырь; 5 – поджелудочная железа; 6 – двенадцатиперстная кишка; 7 – толстая кишка; 8 – клоака; 9 – селезенка; 10 – трахея; 11 – легкое; 12 – левое предсердие; 13 – правое предсердие; 14 – желудочек; 15 – спинная аорта; 16 – правая сонная артерия; 17 – сонный (боталлов) проток; 18 – семенник; 19 – придаток семенника; 20 – почка; 21 – мочевой пузырь; 22 – отверстие мочеточников в клоаке (Е. А. Веселов, 1979). Рисунок 95 – Вскрытый самец ящерицы.





1 – правое предсердие; 2 – левое предсердие; 3 – левая половина желудочка;  
 4 – правая половина желудочка; 5 – правая легочная артерия; 6 – правая дуга аорты;  
 7 – левая дуга аорты; 8 – левый артериальный проток; 9 – левая подключичная артерия;  
 10 – левая сонная артерия; 11 – кишечная артерия; 12 – почки; 13 – левая подвздошная  
 артерия; 14 – хвостовая артерия; 15 – хвостовая вена; 16 – правая бедренная вена;  
 17 – правая воротная вена почек; 18 – брюшная вена; 19 – воротная вена печени;  
 20 – печеночная вена; 21 – задняя полая вена; 22 – правая передняя полая вена;  
 23 – правая подключичная вена; 24 – правая яремная вена; 25 – правая легочная вена;  
 26 – спинная аорта (Ю. К. Богоявленский, 1988).

Рисунок 97 – Строение кровеносной системы и сердца рептилии (схема).

Двенадцатиперстная кишка переходит в тонкую кишку, которая продолжа-

ется в толстую кишку. Последняя открывается в клоаку. Органы мочеполовой системы самца представлены двумя овальными телами – семенники, расположенными то по бокам позвоночника. Рядом с семенниками найдите извитые придатки, от которых кзади отходят извитые семяпроводы, открывающиеся в клоаку. В клоаку открываются также два продолговатых мешочка – совокупительные органы.

У самки, как и у самца, половые железы парные. Яичники имеют овальную форму и зернистую поверхность. Они располагаются в поясничной области тела. Яйцеводы не соединяются непосредственно с яичниками. Они имеют вид сильно извитых трубок. Один конец каждого яйцевода, заканчивающийся воронкой, располагается на уровне легких, другой открывается в клоаку.

Почки у рептилий в отличие от амфибий метанефрические. Они располагаются глубоко в тазу, почти рядом с клоакой. От почек отходит по одному очень короткому мочеточнику, который впадает в клоаку; сюда же открывается и мочевого пузыря.

Зарисуйте все системы органов ящерицы.

**Задание 3.** Изучение кровеносной системы ящерицы.

Кровеносную систему рептилий изучите по таблице и рисунку 97. Зарисуйте в альбом схему кровеносной системы ящерицы.

**Вопросы для самостоятельной подготовки.**

1. Назовите характерные особенности амниот.
2. В чем заключаются прогрессивные черты класса рептилий?
3. Опишите черты приспособления рептилий к наземным условиям существования.
4. В чем состоит эволюционное значение рептилий?

## Лабораторное занятие № 18

### Морфология птиц. Определение птиц, их описание и классификация

**Цель.** Уметь идентифицировать представителей класса птиц. Изучить адаптации птиц к полету, их морфологию.

**Оборудование и материалы.** Таблицы: систематика позвоночных, строение голубя, схема кровеносной системы птиц, головной мозг различных позвоночных; макропрепараты: внутреннее строение голубя; скелет голубя; раздаточный материал: усыпленный голубь, набор инструментов для вскрытия, марлевые салфетки.

*Систематическое положение объекта:*

<b>Царство</b>	Животные	Zoa
<b>Подцарство</b>	Многоклеточные	Metazoa
<b>Надраздел</b>	Эуметазои	Eumetazoa
<b>Раздел</b>	Билатеральные	Bilateria
<b>Тип</b>	Хордовые	Chordata
<b>Подтип</b>	Позвоночные	Vertebrata
<b>Класс</b>	Птицы	Aves
<b>Отряд</b>	Голубеобразные	Columbiformes
<b>Вид</b>	Сизыйголубь	Columba livia

**Задание 1.** Изучить внешнее строение голубя (*Columbalivia*).

Обратите внимание на приспособленность голубя к полету: обтекаемая форма тела, хорошо развитые крылья, черепицеобразное расположение контурных перьев, которые образуют плотный и прочный покров, имеющий значение в полете и для регуляции температуры. Обратите внимание на дифференцировку тела на отделы: голову, шею, туловище, конечности (передние из них превратились в крылья) и короткий хвостовой отдел. Рассмотрите голову голубя – она сравнительно небольшая, заканчивается роговым клювом, у основания которого расположены щелевидные ноздри, открывающиеся в ротовую полость. Клюв представляет собой сильно вытянутые кости челюстей, покрытые роговым веществом и состоящие из надклювья (верхняя челюсть) и подклювья (нижняя челюсть). Рассмотрите основание надклювья – оно покрыто беловатой пленкой (восковица) и служит органом осязания голубя. Форма клюва у птиц чрезвычайно многообразна – зависит от характера корма и способов его добывания.

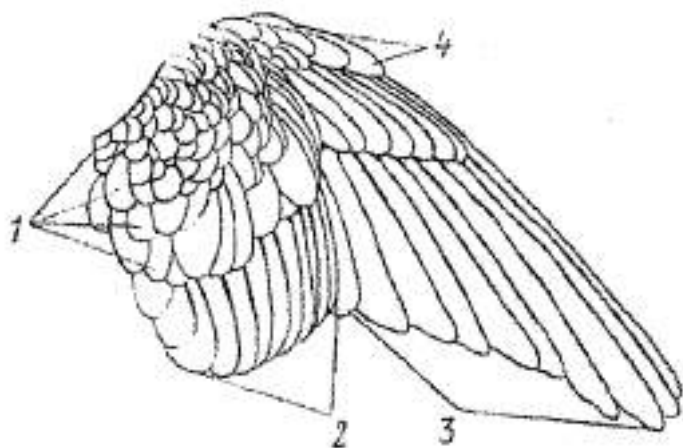
На дне ротовой полости виден узкий заостренный язык. Выщипите перья голубя несколько позади глаз и найдите слуховые отверстия наружного уха. Рассмотрите глаза голубя, верхнее и нижнее веко; нижние веки подвижные, более развиты, чем верхние. Во внутреннем углу глаза находится третье веко в виде полупрозрачной мигательной перепонки.

Обратите внимание на длинную гибкую шею голубя и неподвижное туловище. Шейные позвонки чрезвычайно подвижны. Захватывая пищу, птица сгибает шею, а не туловище. Неподвижность туловища обусловлена сращением грудных позвонков между собой, а также образованием сложного крестца, сросшегося с тазовыми костями. Рассмотрите хвостовой отдел тела, здесь начинаются длинные хвостовые перья, которые называются рулевыми. У основания хвоста рулевые перья покрыты (сверху и снизу) кроющими перьями. Найдите в задней части туловища с брюшной стороны поперечную щель – отверстие клоаки.

Рассмотрите заднюю пару конечностей (ноги) – они имеют 4 пальца с когтями; из них три пальца направлены вперед, один назад. Верхняя часть ног покрыта перьями, нижняя – роговыми чешуями, сходными с чешуей рептилий. Передние конечности птиц превратились в специальный орган полета –

крылья. Крыло, как и передние конечности наземных позвоночных, состоит из плеча, предплечья и кисти.

Найдите на крыльях крупные контурные перья (рисунок 98). Боковыми краями они налегают друг на друга, благодаря такому расположению перьев образуется плотная и упругая поверхность крыла, которая имеет значение при полете. Большие контурные перья, растущие по заднему краю крыла, называются маховыми: перья, прикрепляющиеся к костям кисти, – маховые I порядка, или большие маховые; прикрепляющиеся к предплечью – маховые II порядка, или малые маховые. На рудименте первого пальца имеется крылышко.

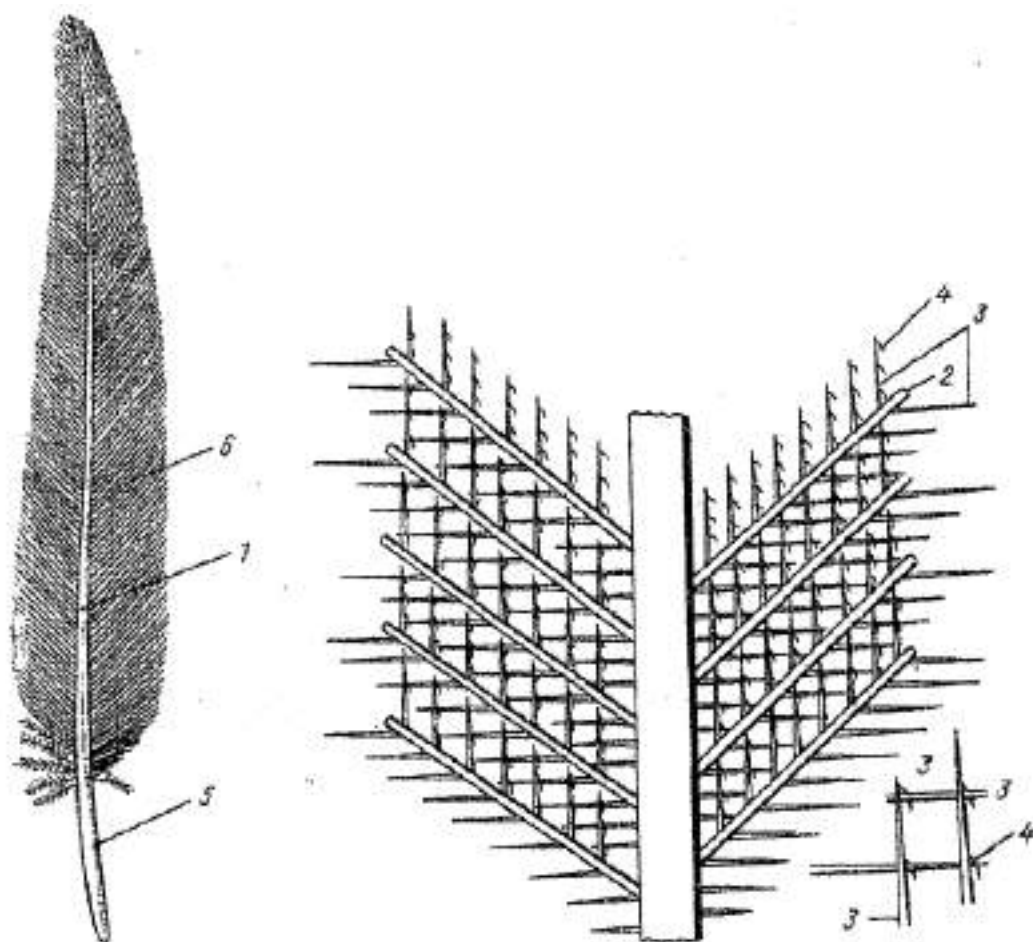


1 – кроющие пера; 2 – малые маховые; 3 – большие маховые; 4 – крылышко (Е. А. Веселов, 1979).  
Рисунок 98 – Крыло голубя.

Обратите внимание, что кожа голубя сухая, лишенная желез, как у пресмыкающихся. Имеется только копчиковая сальная железа у основания хвоста. Жировыми выделениями этой железы голубь смазывает перья. Жировые выделения особенное значение имеют для водоплавающих птиц. Перья на теле большинства птиц располагаются участками: места с перьями называются птерилиями, лишенные перьев – аптериями. Такое расположение перьев облегчает сокращение мышц во время полета.

Рассмотрите контурное перо с помощью ручной лупы, зарисуйте стержень (основу пера), опахало, очин (рисунок 99). На конце очина найдите отверстие: в нем находится сосочек кожи, во время роста питающий перо. Пластинка пера, или опахало, состоит из бородок. На бородках I порядка, начинающихся от стержня, находятся бородки II порядка, снабженные крючочками. Сцепление бородок I и II порядка при помощи крючочков и образует прочную эластичную пластинку пера, малопроницаемую для воздуха. Рассмотрите пуховое перо – оно имеет тот же тип строения, что и контурное, но отличается тем, что стержень его развит слабо, бородки мягкие, не имеют крючочков и не сцепляются между собой. Пуховые перья играют основную роль в уменьшении теплоотдачи.





1 – стержень; 2 – бородка первого порядка; 3 – бородки второго порядка; 4 – крючочки; 5 – очин; 6 – опахало (Е. А. Веселов, 1979).

Рисунок 99 – Строение контурного пера.

**Задание 2.** Изучение внутреннего строения птицы на примере голубя.

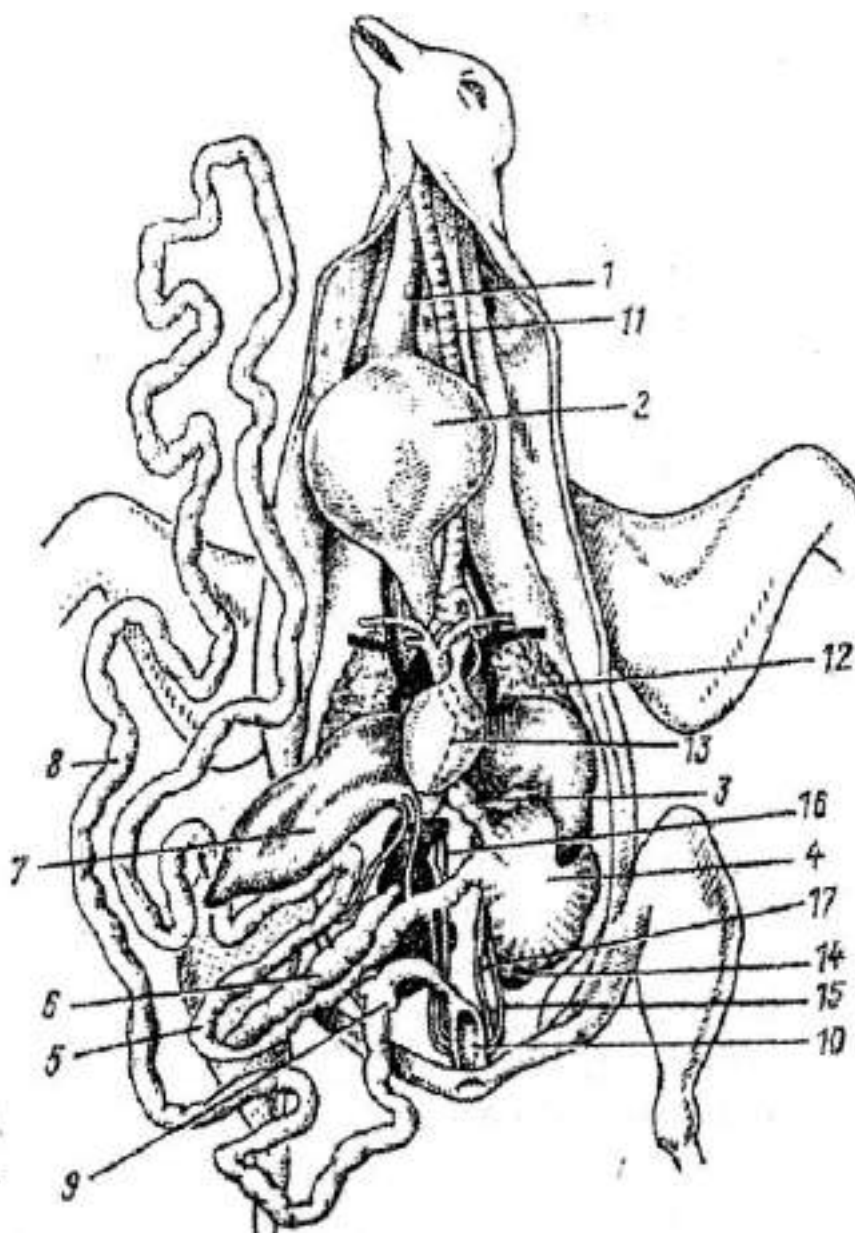
Изучите влажный препарат вскрытого голубя. Рассмотрите мускулатуру. В грудном отделе выделяются мощные грудные мышцы, идущие от киля грудины к верхней части плечевого пояса. Киль служит для прикрепления мышц. Большие грудные мышцы служат для опускания крыла. Малые грудные мышцы расположены под большими грудными. Малые грудные и дельтовидные мышцы поднимают крыло.

Рассмотрите общее расположение внутренних органов (рисунок 100).

Найдите в области шеи пищевод с зобом, длинную трахею, верхнюю и нижнюю (певчую) гортань – утолщение трахеи перед началом разветвления ее на бронхи. Воздушные мешки – продолжение внутренней оболочки бронхов за пределами легких. Они играют большую роль в механизме дыхания птиц, в особенности в связи с полетом; благодаря им осуществляется двойное дыхание птиц. Кроме того, наполненные воздухом, они способствуют уменьшению плотности тела птицы. Чтобы рассмотреть внутренние органы, разрежьте воздушные мешки, если они не спались.

Найдите в окологрудной сумке сердце с отходящими от него сосудами. По бокам сердца расположены розовато-красные легкие. В брюшной полости видны двухлопастная буро-красная печень и петли кишок, из-под левой доли

печени – мускульный желудок. От него отходит двенадцатиперстная кишка. Около нее видны поджелудочная железа и овальная селезенка.



1 – пищевод; 2 – зоб; 3 – железистый желудок; 4 – мускульный желудок; 5 – двенадцатиперстная кишка; 6 – поджелудочная железа; 7 – печень; 8 – тонкая кишка; 9 – слепые выросты; 10 – клоака; 11 – трахея; 12 – легкое; 13 – сердце; 14 – почка; 15 – мочеточник; 16 – семенник; 17 – семяпровод (Е. А. Веселов, 1979).

Рисунок 100 – Вскрытый самец голубя.

Рассматривая пищеварительную систему, обратите внимание на приспособленность ее к образу жизни птицы. Ротовая полость ведет в короткую глотку, переходящую в длинный тонкий пищевод. Расширение пищевода образует зоб, где неразмельченная пища (зубы у птиц отсутствуют) подвергается размягчению. Затем пища направляется в железистый желудок, здесь на нее действуют пищеварительные ферменты. В следующем отделе – мускульном желудке – пища подвергается механическому воздействию при помощи заглатываемых птицей камешков.

Выход из мускульного желудка находится рядом с входом в него. Из мышечного желудка пища поступает в двенадцатиперстную кишку, куда открываются протоки печени и поджелудочной железы. Желчного пузыря у голубя в отличие от большинства видов птиц нет. Двенадцатиперстная кишка без какой-либо ясной границы переходит в тонкую кишку. Пища продвигается по тонкой кишке, где переваривается и всасывается. На границе между тонкой и толстой кишкой находится 2 маленьких слепых выроста. В очень короткой прямой кишке собираются непереваренные остатки пищи; откуда они быстро выбрасываются наружу. Кишечник голубя короткий, он всего в 4 раза превосходит длину туловища.

Своеобразие строения и функционирования пищеварительной системы птиц обусловлено приспособлением к полету и особенностями образа жизни.

Сердце птиц четырехкамерное, состоит из двух предсердий и двух желудочков. Рассмотрите сердце голубя, обратите внимание, что поперек сердца, на границе желудочков и предсердий тянется неширокая жировая бороздка.

Рассмотрите органы дыхания голубя – легкие и связанные с ними воздухоносные пути. Воздух поступает в ноздри, проходит из носовой полости через хоаны в ротовую полость и в трахею. Рассмотрите трахею – длинную трубку, стенки которой поддерживаются хрящевыми кольцами, верхнюю гортань, находящуюся в верхней части трахеи, нижнюю гортань – певчую (имеется только у птиц), с голосовыми связками. Бронхи входят в легкие и в них разветвляются, образуя мельчайшие трубочки – бронхиолы. Найдите легкие голубя. Они плотно прилегают к ребрам, розового цвета, имеют губчатое строение и пронизаны густой сетью капилляров; дыхательная поверхность легких птицы очень велика. Объем легких птиц не может сильно изменяться при вдохе и выдохе. Воздух проходит через них и попадает в воздушные мешки.

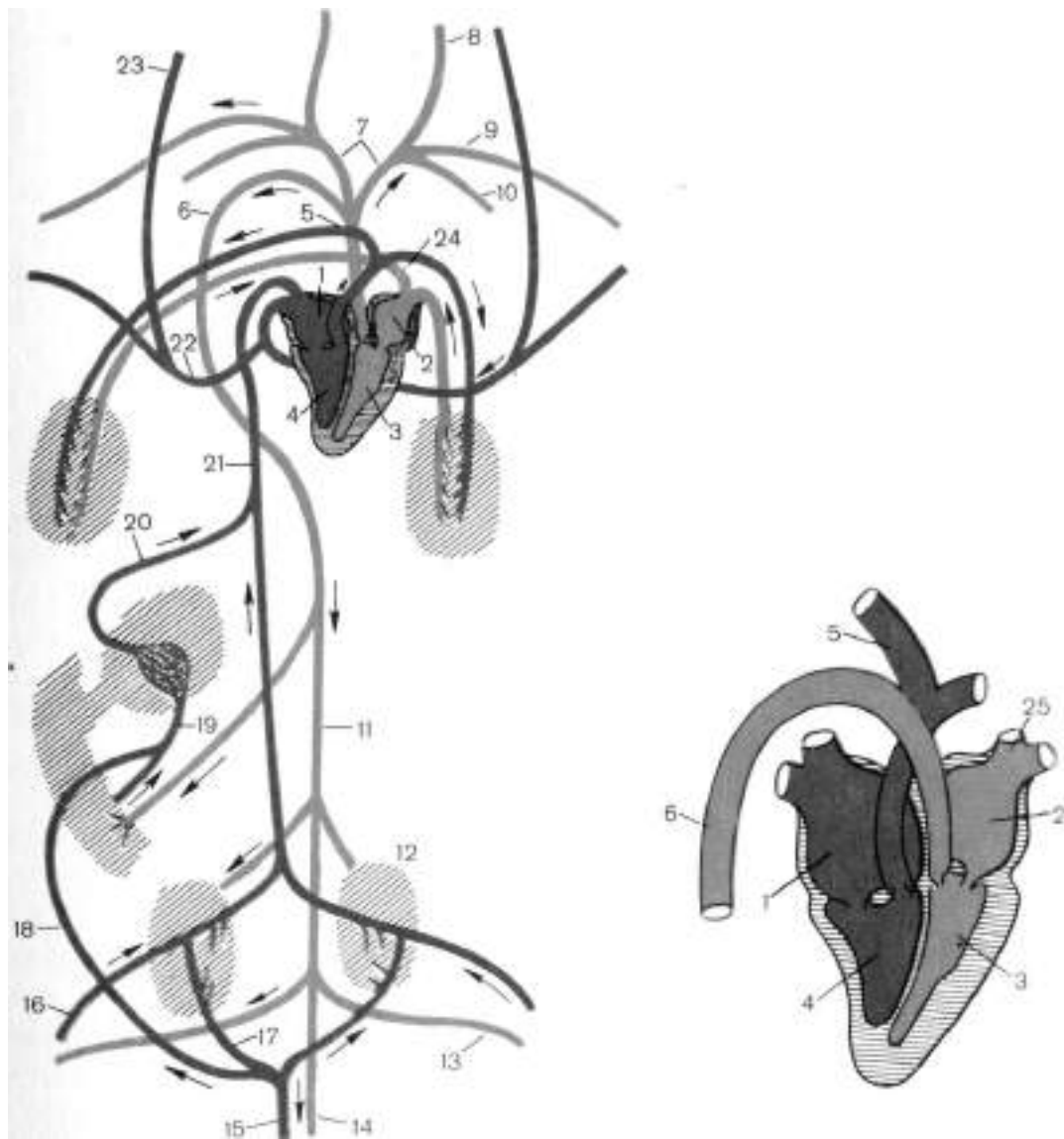
В глубине брюшной полости по бокам позвоночного столба у самца голубя находятся два семенника бобовидной формы. От семенников отходят семяпроводы, впадающие в клоаку. Найдите у самки один гроздевидный яичник, расположенный с левой стороны полости тела (правый яичник редуцирован). Яйцевод начинается воронкой около яичника и впадает в клоаку. Оплодотворение у птиц внутреннее.

Рассмотрите трехдольчатые почки (метанефрос). Они темно-красного цвета, расположены по сторонам позвоночного столба в углублениях подвздошных костей. Вдоль почек тянутся назад мочеточники (тонкие трубочки белого цвета), открывающиеся в клоаку. Мочевого пузыря у птиц нет. Продуктом выделения служит мочева кислота, которая в кристаллическом виде поступает в клоаку и удаляется вместе с фекалиями.

Зарисуйте внутреннее строение голубя.

**Задание 3.** Изучение кровеносной системы голубя.

Изучите кровеносную систему голубя по таблице и рисунку 101.



1 –правое предсердие; 2 –левое предсердие; 3 – левый желудочек; 4 –правый желудочек; 5–правая легочная артерия; 6 –дуга аорты; 7 –безымянные артерии; 8–левая сонная артерия; 9 –левая подключичная артерия; 10 –левая грудная артерия; 11 –спинная аорта; 12 –почки; 13 –левая подвздошная артерия; 14 –хвостовая артерия; 15 –хвостовая вена; 16 – правая бедренная вена; 17 –правая воротная вена почек; 18 – ключично-брыжеечная вена; 19 –воротная вена печени; 20 – печеночная вена; 21 –задняя полая вена; 22 –правая передняя полая вена; 23 –правая яремная вена; 24 –правая легочная вена  
(Ю. К. Богоявленский, 1988).

Рисунок 101 – Строение кровеносной системы и сердца птиц (схема).

**Вопросы для самостоятельной подготовки.**

1. Назовите прогрессивные черты класса птиц.
2. Какие морфофизиологические особенности представителей класса птиц являются адаптациями к полету?
3. Расскажите о миграциях птиц.

## Лабораторное занятие № 19

### Морфология млекопитающих. Определение млекопитающих, их описание и классификация.

**Цель.** Уметь идентифицировать представителей класса млекопитающих, обосновать эволюционное значение различных отрядов класса.

**Оборудование и материалы.** Таблицы: систематика позвоночных, морфология кролика, схема кровеносной системы млекопитающих, головной мозг различных позвоночных; макропрепараты: внутреннее строение крысы; скелет кошки; набор инструментов для вскрытия, марлевые салфетки.

*Систематическое положение объекта:*

<b>Царство</b>	Животные	Zoa
<b>Подцарство</b>	Многоклеточные	Metazoa
<b>Надраздел</b>	Эуметазои	Eumetazoa
<b>Раздел</b>	Билатеральные	Bilateria
<b>Тип</b>	Хордовые	Chordata
<b>Подтип</b>	Позвоночные	Vertebrata
<b>Класс</b>	Млекопитающие	Mammalia
<b>Отряд</b>	Грызуны	Rodentia
<b>Вид</b>	Крыса черная	Rattusnorvegicus

**Задание 1.** Изучение внешнего строения крысы (*Rattusnorvegicus*).

Усыпленную эфиром крысу положите в ванночку на спинную сторону. На теле крысы имеется волосяной покров, за исключением лап и хвоста. На хвосте видны роговые чешуйки, свидетельствующие офилогенетической (исторической) связи млекопитающих с пресмыкающимися. Рассматривая голову крысы, обратите внимание на наличие ушных раковин (наружное ухо), жесткие волосы (вибриссы) на верхней губе. Верхняя губа, как у всех грызунов, раздвоена. Зубы гетеродонтные (отличающиеся по форме), верхние резцы имеют характерную для грызунов долотообразную форму.

На брюшной стороне у самки найдите парные молочные железы, у самца – мошонку, где находятся семенники.

**Задание 2.** Вскрытие крысы.

Положите крысу в ванночку спинной стороной вниз и зафиксируйте булавками за лапы. Пинцетом захватите кожу внизу живота и сначала сделайте ножницами небольшой поперечный разрез, а затем от него продольный разрез по средней линии тела до нижней челюсти. После этого сделайте поперечные разрезы кожи на уровне передних и задних конечностей, отпрепарируйте кожу, отведите лоскуты в стороны и приколите булавками ко дну ванночки.

Затем сделайте такие же разрезы (срединный и поперечные) мышечного слоя и также отверните мышечные лоскуты. Вскройте грудную клетку. Для этого приподнимите пинцетом мечевидный отросток, осторожно отделите диафрагму, перережьте ребра с обеих сторон и сделайте косые разрезы ребер по направлению от боков к шее; после этого удалите вырезанную грудину с

ребрами. Рассмотрите расположение внутренних органов.

**Задание 3.** Изучение внутреннего строения крысы.

Прежде всего, найдите диафрагму, разделяющую грудную и брюшную полости. Затем рассмотрите расположение органов грудной полости. Начните с органов дыхания.

Найдите трахею, состоящую из хрящевых колец, и место, где она делится на два бронха. Найдите легкие. Обратите внимание, что каждое легкое состоит из нескольких долей. Сравните левое и правое легкие.

Затем рассмотрите сердце, заключенное в перикард. Разрежьте околосердечную сумку, освободите сердце и рассмотрите предсердия и желудочки. Осторожно разрежьте оба желудочка и сравните толщину их стенок. Над сердцем найдите вилочковую железу.

Рассмотрите органы брюшной полости, начав с пищеварительной системы.

Найдите пищевод, прободаящий диафрагму; расположенный слева под диафрагмой, объемистый желудок, двенадцатиперстную кишку с поджелудочной железой. Затем ножницами (осторожно!) перережьте брыжейку кишечника, вынесите его в сторону и рассмотрите отделы кишечника.

Найдите тонкий кишечник, объемистую слепую кишку с червеобразным отростком (аппендиксом) на конце. Обязательно найдите место входа тонкой и место выхода толстой кишки из слепой! Затем рассмотрите толстый кишечник и прямую кишку. Сравните между собой длину различных отделов кишечника. Обратите внимание на соотношение общей длины кишечника и длины туловища, сопоставьте с аналогичными показателями в классе рептилий и птиц. Оцените степень дифференцировки пищеварительной системы у млекопитающих по сравнению с рептилиями.

Справа под диафрагмой видна красно-бурая печень, разделенная на доли разной величины (рисунок 102). Желчного пузыря у крыс нет (у мышей есть).

Слева от желудка найдите уплощенную, вытянутой формы селезенку темно-красного цвета.

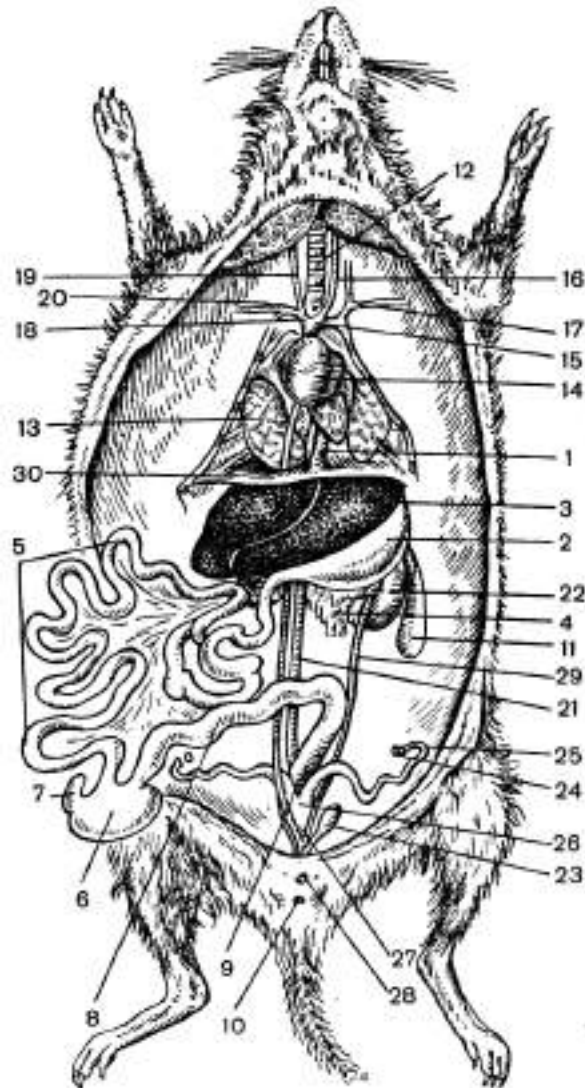
Затем рассмотрите органы выделения. Найдите по бокам позвоночника почки бобовидной формы. Левая почка расположена ниже правой. На верхнем полюсе почки найдите конусовидные надпочечники розоватого цвета. От каждой почки отходит мочеточник в виде тонкой трубочки. Мочеточники направляются вниз и впадают в мочевой пузырь.

Рассмотрите половую систему. У самца найдите семенники, расположенные в мошонке. Чтобы извлечь их, слегка надавите пинцетом на мошонку, после чего семенники выйдут в брюшную полость. Семенник имеет овальную форму. С наружной стороны к нему плотно прилегает эпидидимис, от внутренней стороны отходит семяпровод. Если семенник остался в мошонке, то виден семяпровод, который выходит из нее, идет к лонному сочленению и впадает в мочеиспускательный канал, образуя перед этим гребенчатой формы вырост – семенной пузырек. Более детально придатки половой системы самца рассмотрите на соответствующем макропрепарате.

У самки найдите непарное влагалище, расположенное спереди от конечно-

го отдела прямой кишки, и отходящие от него по направлению к задним полюсам почек широкие и длинные рога матки. Резко сужаясь, рога матки переходят в яйцеводы, имеющие вид тонких сильно извитых трубочек, вплотную прилегающих к яичникам (но непосредственно не соединенных с ними).

Яичники, окруженные жировой тканью, находятся на уровне заднего полюса почек. Чтобы увидеть яичники и яйцеводы, надо выделить их из жировой ткани. Яичник имеет небольшие размеры, зернистую поверхность и розовую окраску.



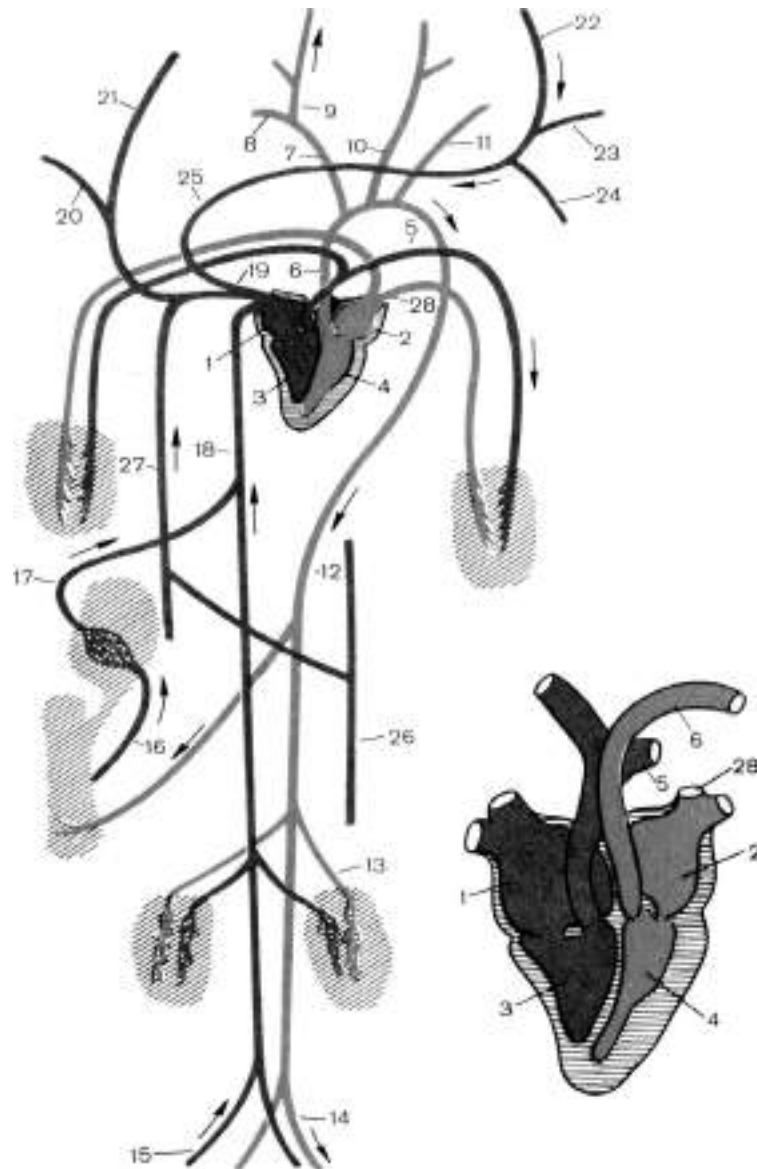
1 –пищевод; 2 –желудок; 3 – печень; 4 –поджелудочная железа; 5 – тонкая кишка; 6, 7 –слепая кишка; 8 – толстая кишка; 9 – прямая кишка; 10 –анальное отверстие; 11 –селезенка; 12 –трахея; 13 –легкие; 14 –сердце; 15 – аорта; 16 – левая сонная артерия; 17 – левая подключичная артерия; 18 –безымянная артерия; 19 –правая сонная артерия; 20 –правая подключичная артерия; 21 – задняя полая вена; 22 – почка; 23 –мочевой пузырь; 24 –яичники; 25 – маточная труба; 26 –матка; 27 –влагалище; 28 –половое отверстие; 29 – мочеточник; 30 –диафрагма(Е. А. Веселов, 1979).

Рисунок 102 –Внутреннее строение крысы.

Зарисуйте внутреннее строение крысы.

**Задание 4.**Изучение кровеносной системы крысы.

Изучите по таблице и рисунку 103 кровеносную систему крысы. Зарисуйте в альбом.



1 –правое предсердие; 2 –левое предсердие; 3 –правый желудочек; 4 –левый желудочек; 5 –левая легочная артерия; 6 –дуга аорты; 7 –безымянная артерия; 8 –правая подключичная артерия; 9 –правая сонная артерия; 10 –левая сонная артерия; 11 – левая подключичная артерия; 12 –спинная аорта; 13–почечная артерия; 14 –левая подвздошная артерия; 15 –правая подвздошная вена; 16 –воротная вена печени; 17 – печеночная вена; 18 –задняя полая вена; 19 –передняя полая вена; 20 –правая подключичная вена; 21 –правая яремная вена; 22 –левая яремная вена; 23 –левая подключичная вена; 24 –верхняя межреберная вена; 25 –безымянная вена; 26 –полунепарная вена; 27 –непарная вена; 28 –легочные вены (Ю. К. Богоявленский, 1988).

Рисунок 103 – Строение кровеносной системы и сердца млекопитающих (схема).

**Вопросы для самостоятельной подготовки.**

1. Докажите, что млекопитающие относятся к амниотам.
2. Назовите прогрессивные черты класса млекопитающих.
3. Опишите морфофизиологические особенности отряда грызунов.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абуладзе, К.И., Паразитология и инвазионные болезни сельскохозяйственных животных / К. И. Абуладзе, Колабский Н.А., Никольский С.Н. и др. – М.: Колос, 1990. – 659 с.
2. Банников, А.Г. Основы экологии и охрана окружающей среды /А. Г. Банников. – М.: Высшая школа, 1999. – 623 с.
3. Биология с основами экологии: учебник для студентов высших учебных заведений / под ред. проф. А. С. Лукаткина. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 400 с.
4. Биология: учебник для студентов высших учебных заведений / А. А. Каменский, А. И. Ким, Л. Л. Великанов и др. – М.: АСТ: СЛОВО, 2012. – 640 с.
5. Бондаренко, Н.В. Практикум по общей энтомологии / Бондаренко Н. В., Глущенко А.Ф.. – Л.: Колос, 1972.
6. Веселов, Е. А. Практикум по зоологии / Веселов Е. А., Кузнецова О.Н. – М.: Высшая школа, 1979. – 147 с.
7. Догель, В.А. Зоология беспозвоночных / Догель В.А.. – М.: Высшая школа, 1981. – 548 с.
8. Жизнь животных // под ред. Ю.И. Полянского. – 2-е изд. переработанное. – М.: Просвещение, 1987. – В 7-ми т.
9. Константинов, В.М., Зоология позвоночных / Константинов В. М., Наумов С.П., Шаталова С.П.. – М.: Академия, 2004. – 464 с.
10. Наумов, Н. П. Зоология позвоночных / Наумов Н. П., Карташов Н.Н.. – М.: Высшая школа, 1979. – В 2-х частях.
11. Руководство к лабораторным занятиям по биологии / Под ред. Ю. К. Богоявленского. – М.: Медицина, 1988. – 320 с.
12. Руководство к лабораторным занятиям по биологии и экологии / Под ред. Н. В. Чебышева. – М.: ОАО «Издательство «Медицина», 2005. – 400 с.
13. Тейлор, Д. Биология: в 3-х т / Д. Тейлор, Н. Грин, У. Стаут. – М.: Мир, 2004. – Т. 2. – 436 с.
14. Тейлор, Д. Биология: в 3-х т / Д. Тейлор, Н. Грин, У. Стаут. – М.: Мир, 2004. – Т. 3. – 451 с.
15. Харченко, Н.А., Биология зверей и птиц / Харченко Н. А., Лихацкий Ю.П., Харченко Н.Н.. – М.: Академия, 2003. – 384 с.
16. Шалапенок, Е.С. Руководство к летней учебной практике по зоологии беспозвоночных / Шалапенок Е. С., Запольская Т.И.– Минск: Высшая школа, 1988.
17. Шилов, И.А. Экология / Шилов И.А.. – М.: Агропромиздат, 1998. – 597 с.
18. Яблоков, А.В., Юсуфов А.Г. Эволюционное учение (дарвинизм) / Яблоков А. В., Юсуфов А.Г..– М.: Высшая школа, 1998. – 336 с.

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ**  
**УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П. А. КОСТЫЧЕВА»**

**Технологический факультет**

**Кафедра селекции и семеноводства, агрохимии, лесного дела и экологии**

# **БИОХИМИЯ**

Методические указания к лабораторным работам

**Рязань, 2019**

**Амплеева, Л.Е.** Биохимия: Методические указания к лабораторным работам. – Рязань: РГАТУ им. П. А. Костычева, 2019. – 45 с.

**Рецензент:** к.с.-х.н, доцент кафедры лесного дела, агрохимии и экологии ФГБОУ ВО РГАТУ Таланова Л.А.

Пособие знакомит студентов с методами обнаружения и количественного определения белков, ферментов, углеводов, липидов и витаминов в биологических объектах, а также приемами выделения этих соединений и некоторыми сторонами их обмена. Работы подобраны с учетом доступности исследуемого материала, реактивов и оборудования, возможности выполнения в отведенное для занятий время и использования методов анализа для различных биологических объектов. Каждая работа содержит теоретическое обоснование, порядок выполнения, способ учета результатов.

Методические указания для лабораторных работ по дисциплине «Биохимия» обсуждены на заседании кафедры **лесного дела, агрохимии и экологии**.

Разработчик: к.б.н., доцент

Амплеева Л.Е.

Рассмотрены на заседании кафедры « 30 » августа 2019 г., протокол №1.

Заведующий кафедрой  
селекции и семеноводства,

агрохимии, лесного дела и экологии

Г.Н. Фадькин

Методические указания одобрены учебно-методической комиссией по направлению подготовки Биология, протокол № 1 от 30 августа 2019 г.

Председатель учебно-методической комиссии  
по направлению подготовки Биология

О. А. Федосова

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Техника безопасности при работе в биохимической лаборатории.....	6
Порядок работы в лаборатории.....	7
Оформление лабораторной работы.....	8
<b>Лабораторная работа №1.</b> Качественные реакции на аминокислоты и белки. Физико-химические свойства белков.....	9
<b>Лабораторная работа №2.</b> Определение активности амилаз ( $\alpha$ и $\beta$ ) и липазы. Термолабильность, специфичность, оптимум рН, активаторы и ингибиторы ферментов.....	16
<b>Лабораторная работа №3.</b> Качественные реакции на витамины. Количественное определение аскорбиновой кислоты в продуктах питания, влияние физических и химических факторов на сохранность аскорбиновой кислоты.....	23
<b>Лабораторная работа №4</b> Количественное определение ДНК и РНК колориметрическим методом.....	29
<b>Лабораторная работа №5.</b> Определение белка с биуретовым реактивом.....	31
<b>Лабораторная работа №6.</b> Действие амилазы на сырой и вареный крахмал. Открытие продуктов брожения глюкозы.....	36
<b>Лабораторная работа №7.</b> Выделение лецитина из желтка куриного яйца и изучение его химического состава.....	39
<b>Лабораторная работа №8.</b> Качественные реакции на некоторые гормоны.....	42
Список использованных источников.....	44

## ВВЕДЕНИЕ

Биологическая химия – это наука о химическом строении и функциях веществ, входящих в состав живой материи, и их превращениях в процессах жизнедеятельности.

Методические указания содержат краткие теоретические сведения, методики выполнения лабораторных работ, указания по технике безопасности, контрольные вопросы для самопроверки и рекомендуемая литература.

Методы исследования, изложенные в пособии, могут стать основой для последующей индивидуальной научно-исследовательской работы, подготовки курсовых и дипломных проектов.

Цель дисциплины «Биохимия» состоит в том, чтобы дать студентам теоретические, методологические и практические знания, формирующие современную биохимическую основу для освоения профилирующих учебных дисциплин и выполнения основных профессиональных задач.

Задачи дисциплины:

> обеспечить выполнение студентами лабораторного практикума, иллюстрирующего сущность и методы биохимии и молекулярной биологии;

> привить студентам практические навыки в подготовке, организации, выполнении лабораторного практикума по биохимии и молекулярной биологии, включая использование современных приборов и оборудования; в том числе привить практические навыки, значимые для будущей профессиональной деятельности;

> привить студентам навыки грамотного и рационального оформления выполненных экспериментальных работ в лабораторном практикуме, обработки результатов эксперимента; навыки работы с учебной, монографической, справочной химической литературой.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 06.03.01 Биология, профиль «Биоэкология»:

- способностью применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности (ОПК-5);

- способностью применять современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования (ОПК-11).

Каждое занятие построено по единой схеме:

тема занятия;

цель занятия – достижение единства теоретических знаний, приобретаемых по определенному разделу биохимии, и практических навыков, получаемых студентами при выполнении качественных и количественных исследований;

теоретические основы занятия – краткое изложение некоторых вопросов по данной теме, включая знания необходимые для выполнения лабораторной работы и интерпретации ее результатов;

ход работы – формирование у студентов умения выполнять лабораторные исследования с использованием биохимических навыков.

## ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В БИОХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

**Общие сведения.** Запрещается вход в лабораторию в верхних вещах. Работа в биохимической лаборатории допускается только в специальном халате, так как вероятна возможность загрязнения, порчи одежды при попадании на нее едких реактивов.

**Обращение со стеклом.** Химическая посуда - в большинстве случаев тонкостенная и хрупкая - поэтому при небрежном обращении с ней ее можно разбить и порезаться. Посуду следует держать в руках осторожно, не сжимая сильно пальцами. Химическую посуду нельзя резко ставить на стол. В случае пореза стеклом нужно вначале осмотреть ранку и извлечь из нее осколки стекла, если они есть, а затем обмыть пораненное место, смазать йодом и заклеить лейкопластырем или завязать бинтом.

**Обращение с реактивами.** Все концентрированные кислоты и щелочи должны находиться в вытяжном шкафу. Наливать или насыпать реактивы следует только над столом. Не следует оставлять открытыми банки с реактивами. Пролитые или рассыпанные реактивы нужно немедленно удалить со стола, вытерев стол тряпкой и обмыв водой. Пролитые концентрированные кислоты следует засыпать песком, а затем собрать песок дощечкой. Облитое место необходимо обмыть раствором соды и вытереть тряпкой. При работе с органическими растворителями (спирты, эфиры, ацетон, бензин, дихлорэтан и др.) нельзя определять вещества по запаху, так как может произойти отравление их парами. Наполнение пипеток растворами органических растворителей, кислот, щелочей проводят только при помощи груши, так как при набирании этих веществ ртом они могут попасть в ротовую полость и вызвать ожоги или даже отравление. В случае попадания на кожу концентрированных кислот облитое место нужно вначале обмыть большим количеством воды, а затем разбавленным раствором соды. При попадании растворов щелочей на кожу пораженное место нужно вначале обмыть разбавленным раствором кислоты, а затем водой.

**Обращение с нагревательными приборами.** На практических занятиях по биохимии часто приходится пользоваться спиртовками. Зажигать спиртовку нужно только спичкой. Нельзя нагревать вещества в толстостенной посуде. В пробирке можно нагревать только небольшие количества вещества, жидкость должна занимать не более 1/3 объема пробирки. Отверстие пробирки при нагревании в ней жидкости следует направлять в сторону от себя и рядом находящихся людей. Нельзя наклоняться над спиртовкой. Вначале пробирку с веществом следует слегка прогреть всю, а затем нагревать в нужном месте, не вынимая из пламени спиртовки. Нельзя нагревать пробирку долго в одной точке, так как теплопроводность стекла низкая, жидкость быстро закипит и выплеснется из пробирки. Нагревать пробирку нужно ниже уровня жидкости в ней. После нагревания следует сразу погасить спиртовку, накрыв пламя фарфоровым колпачком.

Работа с водяной баней осуществляется только под тягой. Перегоревшие электроплитки нужно сразу же выключить, вынув вилку из штепсельной розетки. При неосторожной работе могут быть ожоги нагретой стеклянной посудой. При ожогах на обожженное место нужно положить ватку, смоченную раствором марганцевокислого калия.

## **ПОРЯДОК РАБОТЫ В ЛАБОРАТОРИИ**

Работать в лаборатории разрешается только после основательной предварительной подготовки. Студент должен просмотреть по руководству к практическим занятиям описание опытов, которые он будет выполнять в практикуме, ознакомиться по учебникам со свойствами изучаемых веществ, с теоретическим материалом, относящимся к данной теме, написать уравнения реакций, произвести необходимые расчеты, отметить опыты, выполнение которых требует от экспериментатора особого внимания и осторожности.

Прежде чем приступить к выполнению опыта, студент должен тщательно продумать эксперимент в целом, составить краткий план последовательно проводимых операций. Все приборы, в которых проводится тот или иной опыт, должны быть собраны компактно и целесообразно.

Студенту в лаборатории отводится постоянное место (рабочий стол), и он обязан поддерживать его в полной чистоте и порядке. На рабочем столе должны находиться только те предметы, которые нужны в данное время для работы. Все работы, за небольшим исключением, выполняются студентом индивидуально.

Необходимые для работы реактивы выставляются на полки, находящиеся над лабораторными столами. Исключение составляют концентрированные кислоты и пахучие вещества, которые хранятся в вытяжных шкафах. Студентам не разрешается оставлять реактивы на своих рабочих местах.

Сухие реактивы необходимо брать чистым шпателем или специальной ложечкой. При наливании растворов из склянок следует держать последние таким образом, чтобы этикетка была повернута вверх (во избежание ее загрязнения).

Крышки и пробки от реактивных банок и склянок, которые нельзя путать, следует класть на стол поверхностью, не соприкасающейся с реактивом.

Если в руководстве не указано, какое количество вещества необходимо взять для проведения в пробирке того или иного опыта, предлагается брать сухое вещество в количестве, закрывающем дно пробирки, а раствор — не более  $1/6$  объема пробирки. Следует отметить, что при работе с малыми количествами вещества большинство операций (нагревание, охлаждение, фильтрование, высушивание и др.) требует значительно меньше труда и времени.



Неизрасходованные реактивы нельзя высыпать (выливать) обратно в материальные склянки, их надо сдавать лаборанту.

Для приготовления водных растворов и ополаскивания вымытой стеклянной посуды следует пользоваться дистиллированной водой.

Студент в лаборатории должен работать в халате.

Категорически запрещается без разрешения преподавателя выполнять опыты, не описанные в руководстве.

Студенты должны соблюдать правила пожарной безопасности и техники безопасности при пользовании реактивами в химической лаборатории.

## **ОФОРМЛЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ**

Все наблюдения и выводы по экспериментальной работе следует заносить в рабочий журнал, отражающий всю работу студента. На обложке или первой странице журнала должны быть написаны фамилия студента, его инициалы, номер группы и название практикума. Записи в журнале производят только ручкой, лаконично, аккуратно, непосредственно после проведения опыта. Запись должна содержать:

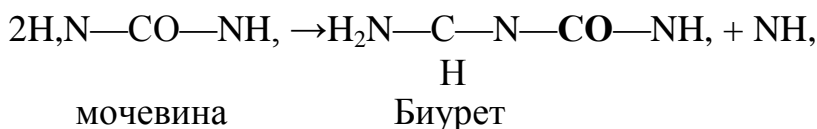
1. Дату выполнения работы.
2. Название темы и название опыта.
3. Цель и значение работы.
4. Ход работы.
5. Уравнения происходящих в опытах реакций.
6. Изменение окраски веществ, выделение и характер осадка.
7. Расчеты, проводимые при выполнении работы.
9. Выводы.

# Лабораторная работа №1

## Качественные реакции на аминокислоты и белки. Физико-химические свойства белков.

### Опыт №1. Обнаружение белков и пептидов в растворах биуретовой реакцией

**Краткая теория к работе.** Реакция была изучена с производным мочевины — биуретом, поэтому и носит такое название. Биурет легко образуется при нагревании мочевины:



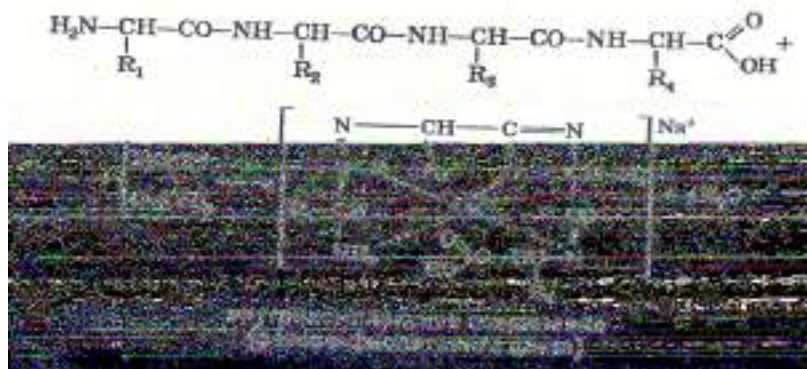
**Сущность метода.** Биуретовая реакция обнаруживает пептидные связи, за счет которых построены белки и поэтому является общей реакцией для всех белков. Биуретовую реакцию способны давать вещества, которые содержат не менее двух пептидных связей.

#### Оборудование и реактивы:

- штатив для пробирок, пробирки вместимостью 10 см<sup>3</sup>, автомат вместимостью 1 см<sup>3</sup> для отмеривания гидроксида натрия;
- раствор исследуемого белка, 10%-ный раствор гидроксида натрия, 1%-ный раствор сульфата меди.

**Ход работы:** к 1 мл раствора белка куриного яйца добавить 1 мл свежеосажденного Cu(OH)<sub>2</sub> ( для этого смешать в отдельной пробирке 1 мл 10% р-ра NaOH и две капли 1% р-ра CuSO<sub>4</sub>). При необходимости подогреть на спиртовке. Постепенно появляется розово-фиолетовое окрашивание.

Запишите уравнение реакции :



Указания к составлению отчета.

Результаты опыта вносят в таблицу 2 и делают вывод.

### Опыт №2. Обнаружение в белке аминокислот с циклическим радикалом с помощью ксантопротеиновой реакции.

**Краткая теория к работе.** Свое название реакция получила от греческого *xanthos*— желтый. Желтое окрашивание наблюдается при попадании концентрированной азотной кислоты на кожу, ногти и т. п.

Ксантопротеиновая реакция является специфической реакцией для ароматических аминокислот: фенилаланина, тирозина, триптофана.

Желатин и ряд других белков, не содержащих ароматических аминокислот, не дают ксантопротеиновой реакции.

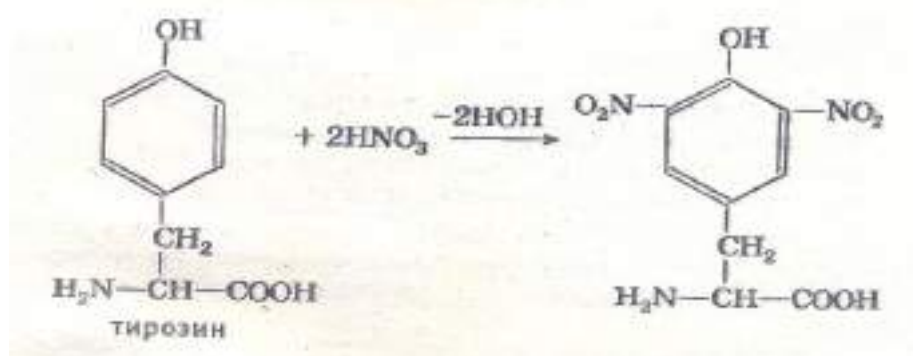
**Сущность метода.** В реакции с азотной кислотой бензольные кольца фенилаланина, тирозина и триптофана подвергаются нитрованию. В результате образуются нитропроизводные белков, окрашенные в желтый цвет.

**Оборудование и реактивы:**

- штатив для пробирок, пробирки вместимостью 10 см<sup>3</sup>, капельница для отмеривания азотной кислоты, держатель для пробирок, водяная баня, электрическая плитка;
- раствор исследуемого белка, концентрированная азотная кислота, 10%-ный раствор гидроксида натрия.

**Ход работы.** К 1 мл р-ра белка куриного яйца добавить 5-6 капель концентрированной азотной кислоты. Пробирку осторожно нагрейте в пламени спиртовки. Появляется желтое окрашивание за счет нитрования бензольного кольца.

Запишите уравнение реакции нитрования на примере тирозина:



**Указания к составлению отчета.**

Результаты опыта вносят в таблицу 2 и делают вывод.

**Техника безопасности.** На занятиях предусматривается использование концентрированных кислот. Будьте внимательны при нагревании пробирок с реактивами.

**Опыт №3. Обнаружение в белке аминокислот, содержащих серу с помощью реакции Фоля.**

**Краткая теория к работе.** Иначе эту реакцию называют сульфгидрильная или реакция на тиоаминокислоты. Реакция специфична для цистеина и цистина, содержащих слабосвязанную серу. Метионин, хотя и

является содержащей серу аминокислотой, данной реакции не дает, поскольку сера в нем связана прочно.

**Сущность метода.** Сера, содержащаяся в белках, находится в виде сульфгидрильных групп (SH-) или в виде дисульфидных (-S-S-) мостиков. При нагревании белка с гидроксидом натрия от тиоаминокислот отщепляется сера в виде сероводорода, который в присутствии щелочи переходит в сульфид натрия. Интенсивность окрашивания зависит от количества в белке аминокислот цистеина и цистина и от концентрации белка в растворе.

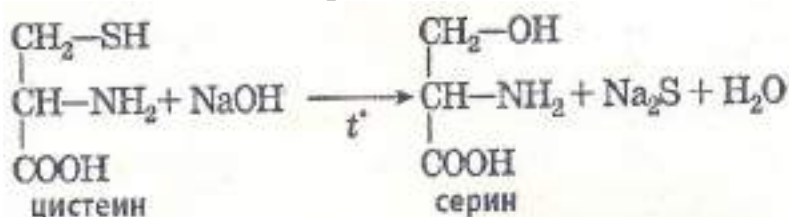
**Оборудование и реактивы:**

- штатив для пробирок, пробирки вместимостью 10 см<sup>3</sup>, автомат вместимостью 1 см<sup>3</sup> для отмеривания гидроксида натрия, держатель для пробирок, водяная баня, электрическая плитка;
- раствор исследуемого белка, 10%-ный раствор гидроксида натрия, 1%-ный раствор ацетата свинца.

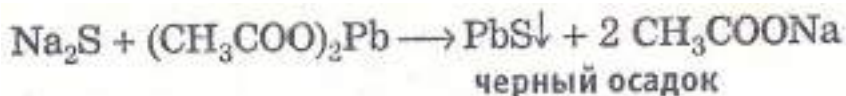
**Ход работы.** В пробирку налейте 1 мл р-ра белка куриного яйца, добавьте 5 капель 30% р-ра NaOH и 1 каплю 5% р-ра уксуснокислого свинца. Нагревайте содержимое пробирки в пламени спиртовки в течение нескольких минут. Наблюдается появление черного осадка сернистого свинца.

Запишите уравнение реакции Фолья, происходящей в две стадии:

1. Отщепление SH-групп аминокислот и переход серы из органического соединения в неорганическое:



2. Образование сульфида свинца.



**Техника безопасности.** На занятиях предусматривается пользование спиртовками. Будьте внимательны при нагревании пробирок с реактивами.

**Указания к составлению отчета.**

Результаты опыта вносят в таблицу 2 и делают вывод.

№ п/п	Реакция	Определяемая аминокислота	Применяемые реактивы	Результаты реакции: наличие (+) или отсутствие (-)		Вывод. Сравнение аминокислотного состава белков
				I	II	
1	Биуретовая					

2	Ксантопротеиновая (нитрования)					
3	Фоля					

#### **Опыт №4. Физико-химические свойства белков.**

##### **Цель занятия:**

- знать названия и формулы 20 протеиногенных аминокислот, разобраться в их классификации;
- знать общие и специфические реакции на аминокислоты.
- разобраться в строении белковой молекулы и физико-химических свойствах белков, знать классификацию белков;

##### **Задачи занятия:**

- изучить краткую теорию к работе, знать сущность и ход проведения опытов;
- провести эксперименты, подтверждающие физико-химические свойства белков;
- сформулировать и занести в рабочую тетрадь выводы, полученные на основе результатов опытов.

##### **Работа №1. Высаливание белков.**

**Краткая теория к работе.** Стабильность белковых растворов обусловлена двумя основными факторами: наличием заряда белковой молекулы и, обусловленной зарядом, гидратной оболочки вокруг нее. Устранение этих факторов приводит к осаждению белка из раствора. Реакции осаждения белков делят на две группы: обратимые и необратимые.

При необратимых реакциях осаждения белки подвергаются денатурации и, утрачивая свои нативные свойства, теряют способность растворяться в первоначальном растворителе. К этим реакциям относят: осаждение белков кислотами, солями тяжелых металлов, при нагревании и др.

При обратимых реакциях осаждения молекулы белка не подвергаются глубоким изменениям (разрушаются четвертичная и до 30 % третичной структуры), сохраняют свои нативные (первоначальные) свойства и полученные осадки можно вновь растворить в первоначальном растворителе. К названным реакциям относят: осаждение белков этанолом и ацетоном при температуре минус 3÷5°C, высаливание (осаждение белков нейтральными солями – NaCl, MgSO<sub>4</sub>, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) и др.

Реакции осаждения применяют для обнаружения белка в растворе, получения безбелковых фильтратов (например, при определении сахаров в молоке или крови), выделения из раствора отдельных групп белков (фракционирования белков).

**Сущность метода.** Механизм действия концентрированных солей

щелочных металлов, магния и аммония на белковую молекулу имеет двустороннюю направленность. Во-первых, эти соли, растворяясь, связывают большие количества воды, лишая молекулы белков гидрофильной оболочки.

Во-вторых, ионы с противоположным зарядом адсорбируются на поверхности белковой частицы, и она становится электронейтральной. В результате понижается устойчивость белковых молекул в растворе и белки выпадают в осадок.

Глобулины, имеющие большой молекулярный вес, легче высаливаются, чем альбумины. Глобулины осаждаются в полунасыщенном растворе сернокислого аммония, а альбумины — только в насыщенном растворе сернокислого аммония.

Важно отметить, что при высаливании макромолекулы белков сохраняют свои первоначальные свойства и не подвергаются денатурации. Поэтому действие солей щелочных металлов носит обратимый характер. Осадки белков, полученные таким способом, могут быть вновь растворены разбавлением водой или после удаления солей диализом.

#### **Оборудование и реактивы:**

- штатив для пробирок, пробирки вместимостью 10 см<sup>3</sup>, воронка, шпатель, фильтры бумажные;
- раствор исследуемого белка, кристаллический хлорид натрия, 1%-ный раствор уксусной кислоты, насыщенный раствор сульфата аммония, кристаллический сульфат аммония, 10%-ный раствор гидроксида натрия, 1%-ный раствор сульфата меди.

**Ход работы:** к коллоидному раствору желатина или белка куриного яйца добавьте несколько кристаллов хлорида натрия. Наблюдается выпадение хлопьев белка (осаждение). Добавьте несколько миллилитров воды до исчезновения хлопьев.

#### **Указания к составлению отчета**

Объясните причину выпадения и исчезновения хлопьев белка.

#### **Работа №2. Осаждение белков спиртом и ацетоном**

**Краткая теория к работе.** В органических растворителях, таких как спирт, ацетон, эфир и др., белки не растворяются и выпадают в осадок.

В зависимости от природы белка для его осаждения требуются различные концентрации органических растворителей.

При осаждении спиртом раствор белка должен быть нейтральным или слабокислым, но не щелочным.

**Сущность метода.** Действие спирта, ацетона и других органических растворителей сводится к дегидратации белковых молекул, что ведет к понижению устойчивости их в растворе.

Осадок образуется быстрее, если в растворе присутствуют соли (например, NaCl). Это лишает белковые частицы другого фактора агрегативной устойчивости — заряда.

Осаждение белков органическими растворителями может иметь как обратимый, так и необратимый характер в зависимости от про-

должительности воздействия.

При быстром отделении осадка денатурация не успевает произойти и белок опять может растворяться, то есть осаждение обратимо. Длительный контакт с органическими растворителями приводит к необратимому осаждению белков.

#### **Оборудование и реактивы:**

- штатив для пробирок, пробирки вместимостью 10 см<sup>3</sup>, шпатель;
- раствор исследуемого белка, 96°-ный этанол, ацетон, кристаллический хлорид натрия.

**Ход работы.** В две пробирки вносят по 1 см<sup>3</sup> раствора исследуемого белка. Затем в одну пробирку добавляют 1 см<sup>3</sup> спирта, а в другую — 1 см<sup>3</sup> ацетона. В каждую пробирку вносят небольшое количество (на кончике шпателя) кристаллического хлорида натрия, и содержимое встряхивают. Пробирки оставляют в покое. Через 5...7 минут выпадает осадок белка.

#### **Указания к составлению отчета.**

Объясните причину выпадения осадка и докажите необратимость этого процесса.

### **Работа №3. Очистка белков методом диализа**

**Краткая теория к работе.** Диализ демонстрирует макромолекулярную природу белка. Как и все высокомолекулярные соединения, белок не проникает через искусственные (например, целлонам, пергамент и др.) и биологические мембраны, что позволяет использовать диализ как метод очистки белка от низкомолекулярных органических и неорганических примесей.

**Сущность метода.** В основе метода диализа лежит явление диффузии, в результате которой частицы растворенного вещества перемещаются в область с меньшей концентрацией. Границей, отделяющей растворы с разной концентрацией, служит полупроницаемая мембрана. Низкомолекулярные вещества способны проникать сквозь ее поры, а белки, как высокомолекулярные соединения — нет.

#### **Оборудование и реактивы:**

- штатив для пробирок, пробирки вместимостью 10 см<sup>3</sup>, диализатор, стакан химический вместимостью 50 см<sup>3</sup>, вода дистиллированная;
- раствор исследуемого белка, загрязненного ионами хлора, 10%-ный раствор гидроксида натрия, 1%-ный раствор сульфата меди, 1%-ный раствор нитрата серебра.

**Ход работы:** В две пробирки наливают по 1-2 мл раствора яичного белка с хлоридом натрия. В первую пробирку добавляют 1-2 капли раствора азотнокислого серебра AgNO<sub>3</sub>, во вторую – 2 мл NaOH и 1-2 капли CuSO<sub>4</sub> (т.е. проделывают биуретовую реакцию качественную реакцию на пептидную связь в молекулах белка).

Целлофану, предварительно замоченному в дистиллированной воде, придают форму мешочка, который примерно на 1/3 заполняют исследуемым

раствором белка. Края мешочка зажимают между двумя стеклянными палочками, которые прижимают друг к другу с помощью надетых с двух концов резиновых палочек.

Мешочек погружают в стакан с дистиллированной водой, положив зажимающие его стеклянные палочки на края стакана.

Через 45 мин. после начала диализа берут две пробы наружное жидкости. С одной из них проводят биуретовую реакцию на белок, с другой – реакцию на ион хлора, добавляя 2-3 капли  $\text{AgNO}_3$ .

Проделявают пробы на белок и ион хлора с жидкостью внутри мешочка.

Указания к составлению отчета

Результаты оформить в виде таблицы:

Определяемые компоненты	До диализа		После диализа	
	внешняя жидкость	внутренняя жидкость	внешняя жидкость	внутренняя жидкость
Белок				
Ион $\text{Cl}^-$				

В выводах отметить, какое свойство белка демонстрирует метод диализа.

#### **Работа №4. Определение изоэлектрической точки желатина по коагуляции.**

**Краткая теория к работе.** Устойчивость белков в биологических жидкостях организма обусловлена двумя факторами: зарядом и водной оболочкой.

Находящиеся на поверхности белковой молекулы карбоксильные и аминогруппы в растворе ионизируются. В результате молекулы белков в биологических жидкостях приобретают одноименный электрический заряд. В зависимости от преобладания кислых (аспарагиновая, глутаминовая) или основных (лизин, аргинин, гистидин) аминокислот белковые частицы существуют в виде поликатионов или в виде полианионов. При определенном значении pH среды (для каждого белка неодинаковое) количество ионизированных карбоксильных и аминогрупп уравнивается и белковая молекула становится электронейтральной. Такое состояние называют *изоэлектрической точкой* ( $p_i$ ). В результате лишены заряда белковые частицы склонны агрегировать и выпадают в осадок.

**Сущность метода.** Изоэлектрическая точка — это важная характеристика белков. Значение  $p_i$  белка зависит от его аминокислотного состава. Кислые белки имеют  $p_i$  в слабокислой среде, основные белки — в слабощелочной среде.

Определение изоэлектрической точки заключается в определении значения pH среды, при котором подавляется электролитическая диссоциация карбоксильных и аминогрупп и достигается осаждение белка.



В лабораторных условиях удобным объектом исследования служит раствор *яичного белка или желатина, который содержит простые и сложные* протеины. Основная масса белков яйца относится к классу альбуминов и имеет  $p_i$ , лежащую в кислой среде при pH 4,6...4,7.

**Ход работы:** в три пробирки налейте по 0,5 мл буферных растворов (или растворов соляной кислоты) с pH равной 3,7; 4,7; 5,7. В каждую пробирку добавьте по 0,5 мл раствора желатина. Коагуляции не происходит, так как желатин – гидрофильный белок, обладающий двумя факторами устойчивости: зарядом молекулы и гидрофильной оболочкой. Затем во все пробирки прилейте по 1 мл 96% этилового спирта. В одной из пробирок должна произойти коагуляция.

**Указания к составлению отчета**

Объясните, почему без добавления спирта коагуляции не наблюдается, а после – выпадают хлопья белка.

**Контрольные вопросы к разделу «Аминокислоты и белки»:**

1. Аминокислоты: строение молекулы, физические и химические свойства.
2. Амфотерность аминокислот.
3. Уровни организации белковых молекул: первичный, вторичный, третичный, четвертичный. Связи, обеспечивающие поддержание эти структур.
4. Денатурация белка: обратимая и необратимая.
5. Классификация белков в связи с выполняемыми функциями.
6. Классификация белков по химическому составу (простые и сложные, примеры).
7. Природные пептиды, примеры, функции.

## Лабораторная работа №2

**Определение активности амилаз ( $\alpha$  и  $\beta$ ) и липазы. Термостабильность, специфичность, оптимум pH, активаторы и ингибиторы ферментов.**

**Опыт №1. Действие амилазы на крахмал**

**Цель занятия:**

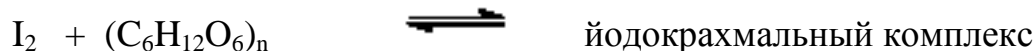
- знать химическую природу простых и сложных ферментов, разобраться в механизме их действия;
- изучить основные свойства ферментов; знать о влиянии посторонних веществ, температуры и реакции среды на ферментативную активность;
- разобраться в номенклатуре и классификации ферментов.

**Задачи занятия:**

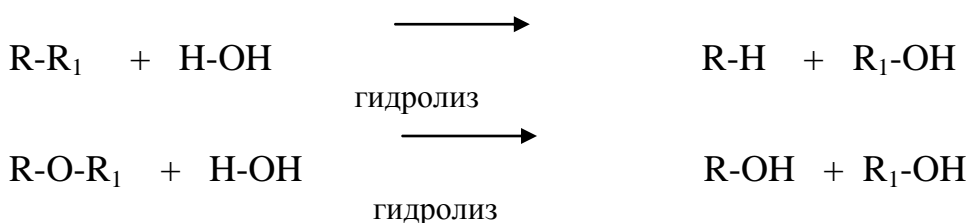
- изучить краткую теорию к работе, знать сущность и ход проведения опытов;

- исследовать различные свойства ферментов;
- сформулировать и занести в рабочую тетрадь выводы, полученные на основе результатов опытов.

**Краткая теория к работе.** При взаимодействии раствора  $I_2$  с крахмалом образуется адсорбционное соединение сложного состава, имеющее синий цвет. Реакция экзотермическая. Равновесие этой реакции можно условно представить следующей схемой:



Под действием амилазы на крахмал происходит разрыв ковалентных гликозидных связей в молекуле полимера. Амилазы относятся к классу ферментов *гидролаз*. Реакции, катализируемые этими ферментами, идут по общей схеме:



**Сущность метода.** Гидролиз крахмала амилазой протекает через образование ряда промежуточных продуктов реакции до конечных продуктов – мальтозы и глюкозы. В ходе реакции гидролиза сначала образуется амилодекстрины (фиолетово-синие продукты), затем – эритродекстрины (красно-бурые продукты) и, наконец, ахродекстрины (желто-бурые продукты), а также мальтоза и глюкоза. Промежуточные продукты гидролиза определяются по цвету реакции, которую они дают с йодом. Конечные продукты – мальтоза и глюкоза – имеют свободные альдегидные группы и могут быть обнаружены реакцией Троммера, в основе которой лежит окислительно-восстановительный процесс. При этом альдегидная группа окисляется до глюконовой кислоты, а ионы меди  $(CuOH)^+$  голубого цвета, восстанавливаются в гидрат закиси меди желтого цвета. При нагревании гидрат закиси меди переходит в красную закись меди.

**Исследуемый материал:** слюна, разведенная водой в 5 раз.

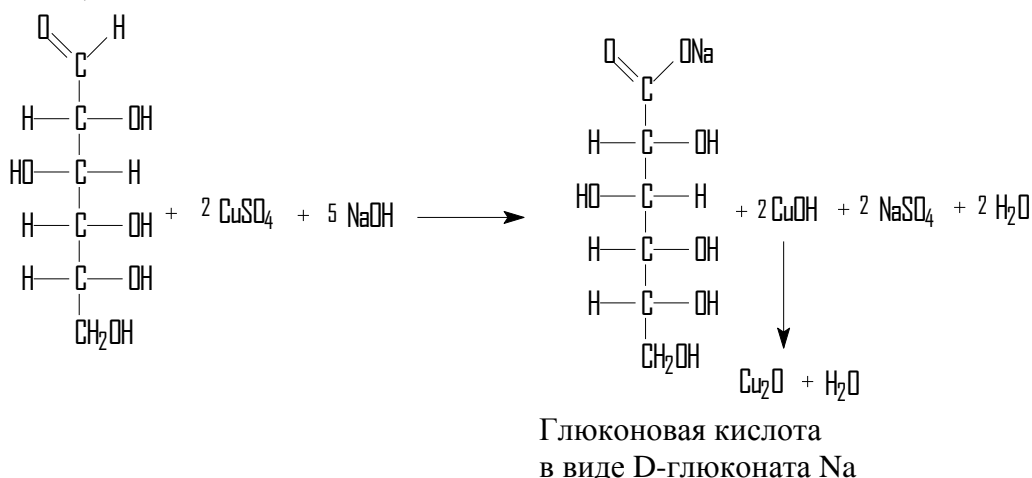
**Реактивы:** 0,5% раствор крахмала; 0,1 % раствор  $I_2$ ; 10% раствор NaOH; 7% раствор  $CuSO_4$ .

**Оборудование:** спиртовка, штатив с пробирками, пипетки.

**Техника безопасности.** На занятиях предусматривается пользование спиртовками. Будьте внимательны при нагревании пробирок с реактивами.

**Ход работы.** В 10 пробирок наливают по 2-3 мл 0,5%-ного раствора крахмала, затем быстро прибавляют, начиная от 1-й к 10-й пробирке, по 2-3 капли слюны. В 1-ю пробирку сразу вносят каплю 0,1 %-ного раствора  $I_2$  в остальные пробирки раствор  $I_2$  добавляют с интервалами через 10-30 секунд. В пробирке, где желтый цвет раствора  $I_2$  не изменяется, гидролиз считают законченным. Затем проводят реакцию Троммера. Пробирку с продуктами реакции подогревают – йод улетучивается. Прибавляют 4-5 капель 10%-ного

раствора NaOH и 5-7 капель 7%-ного раствора CuSO<sub>4</sub>. Содержимое пробирок нагревают до кипения. Выпадает желтый (красный) осадок закиси (окиси) меди, так как глюкоза обладает восстановительными свойствами.



Указания к составлению отчета.

Результаты опыта вносят в таблицу 1 и делают вывод о скорости гидролиза крахмала под действием амилазы.

Таблица 1

Скорость гидролиза крахмала под действием амилазы

№ пробирки	Время инкубации	Амилозная реакция (окраска раствора с I <sub>2</sub> )	Продукты гидролиза	Реакция Троммера (+ или -)
1.				
2.				
3...				
10.				

**Опыт №2. Количественное определение активности α-амилазы слюны.**

**Цель работы** – научиться количественно определять активность амилазы слюны по Вольгемуту.

**Краткая теория к работе.** Об активности фермента судят по количеству субстрата, изменяющегося под влиянием фермента в единицу времени, за изменением субстрата в присутствии фермента можно следить по появлению в растворе тех или иных продуктов реакции.

**Сущность метода.** Метод количественного определения активности амилазы слюны по Вольгемуту заключается в том, что слюну разводят в определенной последовательности, после чего одно и то же количество крахмала приливают, определяют наименьшее содержание фермента, которое полностью расщепляет все количество добавленного крахмала, затем производят расчет на 1 мл слюны.

Амилазная активность слюны в данной работе выражается количеством 1% раствора крахмала в мл, которое может расщепить 1 мл слюны при температуре 37°C в течение 30 мин.

**Исследуемый материал:** слюна, разведенная водой в 10 раз.

**Реактивы:** 0,5% раствор крахмала; 0,1% раствор I<sub>2</sub>; вода дистиллированная.

**Оборудование:** штатив с пробирками, пипетки.

**Ход работы.** В 10 пронумерованных пробирок наливают по 1 мл воды. В 1-ю добавляют 1 мл слюны, разведенной в 10 раз, перемешивают несколько раз, втягивая и выпуская жидкость из пипетки. Набирают в пипетку 1 мл смеси из одной пробирки, переносят ее во 2-ю; из 2-й таким же образом в 3-ю и т.д. до 10-й пробирки, из 10-й пробирки 1 мл смеси выливают. В каждой последующей пробирке, таким образом, содержание фермента вдвое меньше, чем в предыдущей.

Во все 10 пробирок приливают по 1 мл воды и по 2 мл 0,1% раствора крахмала. Перемешивают, встряхивают пробирки и помещают в термостат при температуре 37°C на 30 мин. Через 30 мин пробирки вынимают, охлаждают их водопроводной водой, во все добавляют по 1 капле раствора йода, перемешивают и отмечают окраску.

Указания к составлению отчета.

Данные занести в таблицу 2.

Таблица 2

Определение амилазной активности слюны

№ пробирки	Разведение слюны	Количество крахмала, мл	Температура реакции	Время реакции	Окрашивание йодом	Активность амилазы
1	1:10					
2	1:20					
3	1:40					
4	1:80					
5	1:160					
6	1:320					
7	1:640					
8	1:1280					
9	1:2560					
10	1:5120					

Активность амилазы определяют по формуле:

$$X = 2 \times A,$$

где X – активность амилазы в расчете на 1 мл слюны;

A – разведение слюны в последней пробирке с желтоватой окраской.

### Опыт №3. Изучение кинетических свойств ферментов.

**Цель работы** – закрепить знания о строении, свойствах и механизмах действия ферментов, которые необходимы для изучения обмена веществ и приобрести навыки исследования ферментов.

**Краткая теория к работе.** Кинетика ферментативных реакций – это раздел энзимологии, который изучает зависимость скорости реакций, катализируемых ферментами, от химической природы реагирующих веществ и от условий их взаимодействия. Изучение кинетики ферментативных реакций показывает их отличия от неорганических катализаторов.

**Исследуемый материал:** слюна, разведенная в 3 и 5 раз, и сахараза, извлеченная из дрожжей (2 г дрожжей растереть в ступке с 10 мл воды, поставить в термостат при 37<sup>0</sup>С на 10-15 мин, отцентрифугировать смесь при 3000 об/мин в течение 10 минут, надосадочную жидкость слить и использовать в работе).

**Реактивы:** 1% раствор крахмала; 0,2% раствор крахмала на 0,1% растворе NaCl; 10% раствор NaOH; 1% раствор CuSO<sub>4</sub>; 0,1% раствор йода в 0,2% йодиде калия (раствор Люголя); 2% раствор сахарозы; реактив Фелинга (Готовят отдельно два раствора. Раствор 1: в мерной колбе на 100 мл растворяют 20 г сегнетовой соли и 15 г NaOH и доводят водой до метки. Раствор 2: в мерной колбе на 100 мл растворяют в воде 4 г сульфата меди (II) и доводят водой до метки. Перед употреблением смешивают равные объемы этих растворов); 1% раствор NaCl; фосфатный буфер с рН 5,0; 5,8; 6,2; 6,6; 7,0; 7,4; 8,0 и 8,4 (Готовят раствор №1: 9,072 г КН<sub>2</sub>РО<sub>4</sub> растворяют в 1 литре воды. Готовят раствор №2: 11,866 г Na<sub>2</sub>НРО<sub>4</sub>·2Н<sub>2</sub>О растворяют в 1 литре воды. Растворы с определенным значением рН получают совместным смешиванием растворов №1 и №2 согласно таблице 3).

**Оборудование:** штатив с пробирками; песчаная баня или спиртовка; водяная баня с термометром или термостат на 38<sup>0</sup>С; стакан со льдом или снегом; часы; предметные стекла и стеклянные палочки.

Таблица 3

Приготовление буферных растворов с определенным значением рН

рН	Объем раствора №1, мл	Объем раствора №2, мл
5,0	91,05	0,95
5,8	92,10	7,90
6,2	81,60	18,40
6,6	62,90	37,1
7,0	38,80	61,20
7,4	18,20	81,80
8,0	3,10	96,90
8,4	-	100,00

### **3.1 Зависимость скорости ферментативной реакции от температуры.**

**Сущность метода.** Метод основан на определении скорости гидролиза крахмала α-амилазой слюны в зависимости от температуры.

**Ход работы:** В пробирку помещают 5 капель слюны, кипятят 1-2 мин и остужают. В две другие пробирки помещают по 5 капель некипяченой слюны. Во все пробирки вносят по 10 капель крахмала и ставят первую и вторую пробирки на водяную баню при 38<sup>0</sup>С, а третью – в стакан со льдом или снегом на 3 минуты. Затем в каждую пробирку прибавляют по 1 капле раствора Люголя и сравнивают развивающуюся окраску.

**Указания к составлению отчета:** Написать уравнение гидролиза крахмала под действием  $\alpha$ -амилазы. Сделать вывод о зависимости ферментативной реакции от температуры и причинах этой зависимости.

### **3.2 Специфичность действия амилазы и сахаразы.**

**Сущность метода.** Метод основан на сравнительном изучении гидролиза  $\alpha$ -амилазой и сахаразой разных субстратов, содержащих гликозидные связи – крахмала и сахарозы. Гидролиз крахмала и сахарозы оценивают пробой Фелинга на восстанавливающие сахара (мальтозу и глюкозу). Проба Фелинга основана на способности углеводов в щелочной среде восстанавливать ион  $\text{Cu}^{2+}$ , содержащийся в реактиве Фелинга в виде комплексного соединения с тартратами, до оксида меди (I) красного цвета, выпадающего в осадок.

**Ход определения:** Для выявления специфичности  $\alpha$ -амилазы в одну пробирку вносят 10 капель раствора крахмала, в другую – 10 капель раствора сахарозы. В обе пробирки вносят по 5 капель разбавленной слюны, перемешивают встряхиванием и ставят в термостат при 38<sup>0</sup>С на 10 минут. Затем в обе пробирки прибавляют по 1 мл реактива Фелинга и нагревают до кипения. Отмечают появление красного осадка в одной из пробирок.

Для выявления специфичности сахаразы в одну пробирку вносят 10 капель раствора крахмала, в другую – 10 капель раствора сахарозы. В обе пробирки вносят по 5 капель сахарозы, перемешивают встряхиванием и ставят в термостат при 38<sup>0</sup>С на 10 минут. Затем в обе пробирки прибавляют по 1 мл реактива Фелинга и нагревают до кипения. Отмечают появление красного осадка в одной из пробирок.

**Указания к составлению отчета:** Написать уравнения гидролиза сахарозы. Нарисовать схему опыта по типу: фермент – субстрат – результат пробы с реактивом Фелинга. Сделать вывод о специфичности изученных ферментов.

### **3.3 Активаторы и ингибиторы $\alpha$ -амилазы слюны.**

**Сущность метода.** Метод основан на сравнении скорости гидролиза крахмала под действием  $\alpha$ -амилазы слюны до и после добавления ионов  $\text{Cl}^-$  и  $\text{Cu}^{2+}$ .

**Ход работы:** Берут три пробирки и наливают по 5 капель разведенной слюны. В первую пробирку добавляют 10 капель дистиллированной воды, во вторую – 10 капель раствора хлорида натрия, в третью – 10 капель раствора сульфата меди. Затем в каждую пробирку добавляют по 20 капель раствора крахмала. Содержимое перемешивают встряхиванием и помещают на водяную баню или термостат при 38<sup>0</sup>С. Через 5-10 минут с содержимым

каждой пробирки проделывают реакцию на крахмал, приливая по 1 капле раствора йода в йодиде калия.

Указания к составлению отчета: Отметить развившееся в пробирках окрашивание и на основании этого сделать вывод о действии ионов как активаторов или ингибиторов.

### **3.4 Определение оптимума рН активности амилазы**

**Сущность метода.** Метод основан на определении скорости гидролиза крахмала  $\alpha$ -амилазой слюны в зависимости от рН.

Ферменты очень чувствительны к изменению кислотности среды, в которой они действуют. Можно считать, что для каждого фермента имеется определенная концентрация протонов, при которой он наиболее активен. Изменение кислотности среды в ту или иную сторону от оптимума рН вызывает понижение активности фермента.

**Ход работы.** В восемь пробирок вносят по 2 мл буферного раствора соответственно с рН 5,0; 5,8; 6,2; 6,6; 7,0; 7,4; 8,0 и 8,4. Во все пробирки добавляют по 5 мл 0,2%-го раствора крахмала (на 0,1%-м растворе NaCl) и по 1 мл слюны, разбавленной в 3 раза. Пробы тщательно перемешивают (избегая образования пены!) и помещают в термостат (37°C).

Через 3 минуты из пятой пробирки отбирают 1 каплю раствора и наносят на предметное стекло, смешивая с 1 каплей раствора Люголя. Если образуется синее, фиолетовое или фиолетово-красное окрашивание, реакцию с раствором Люголя повторяют через каждые 3 минуты, пока окраска смеси не станет буро-красной. В этот момент все пробы извлекают из термостата и добавляют в них по 5 капель раствора Люголя, тщательно перемешивают. В пробе с оптимальным рН, где скорость реакции была максимальной, раствор окрашивается в желтый цвет, что свидетельствует о полном расщеплении крахмала.

Указания к составлению отчета. Сделать вывод о зависимости скорости ферментативной реакции от различных факторов среды.

#### **Контрольные вопросы к разделу «Ферменты»:**

1. Каково строение ферментов?
2. Что такое активный центр фермента?
3. Сопоставьте ферментативный и неферментативный процессы; как сказывается присутствие фермента на:
  - а) изменении стандартной свободной энергии реакции,
  - б) энергии активации реакции,
  - в) начальной скорости реакции,
  - г) температурном коэффициенте константы скорости?
4. Особенности ферментативного катализа и этапы ферментативной реакции.
5. На чем основана классификация ферментов? Перечислите классы ферментов и их кодовые шифры.

Заполните таблицу:

№ п/п	Класс ферментов	Тип катализируемой реакции	Кофермент	Группы действия фермента	Пример
-------	-----------------	----------------------------	-----------	--------------------------	--------

--	--	--	--	--	--

6. Чем объяснить термолабильность ферментов? Какой температурный оптимум для действия ферментов живых организмов?

7. Чем обусловлено изменение активности фермента при изменении pH реакционной среды?

8. Что такое специфичность фермента и чем она обусловлена? Приведите пример фермента а) с относительной специфичностью, б) с абсолютной специфичностью, в) со стереоспецифичностью.

9. Количественный подход оценки активности ферментов с применением уравнения Михаэлиса-Ментен и важнейших ферментативных параметров – константы Михаэлиса и каталитической константы.

10. Что такое ингибиторы? Назовите типы ингибирования.

11. Что такое активаторы? Какова роль ионов металлов в катализе?

12. Как определить порядок ферментативной реакции по отношению к концентрации фермента?

13. Дайте определение иммобилизованным ферментам и назовите области их применения.

14. Как используются ферменты в биотехнологии и научных исследованиях? Приведите примеры.

## **Лабораторная работа №3**

### **Качественные реакции на витамины. Количественное определение аскорбиновой кислоты в продуктах питания, влияние физических и химических факторов на сохранность аскорбиновой кислоты.**

#### **Цель занятия:**

- разобраться в основных понятиях и классификации витаминов;
- знать биологическую роль, авитаминоз и источники водо- и жирорастворимых витаминов.

#### **Задачи занятия:**

- изучить краткую теорию к работе, знать сущность и ход проведения опытов;
- приобрести умения качественного определения витаминов, необходимые для проведения анализов биологических материалов;
- определить массовую долю витамина С в молоке и в растительных кормах;
- сформулировать и занести в рабочую тетрадь выводы, полученные на основе результатов опытов.

**Краткая теория к работе.** Витаминами называют преимущественно незаменимые низкомолекулярные органические вещества, имеющие разнообразную химическую природу и участвующие в регуляции



биохимических процессов на уровне ферментов (как составная их часть). Витамины не являются пластическим материалом и не расходуются в качестве источников энергии.

**Сущность метода.** Классификация витаминов основана на их растворимости в воде и жирах. Для обнаружения витаминов в различных веществах или биологических жидкостях и определения их количества существуют качественные реакции, основанные на цветных реакциях, характерных для той или иной группировки, входящей в витамин.

**Исследуемый материал:** рыбий жир; 0,05% раствор викасола; порошок тиамин; 0,025% раствор рибофлавина; никотинамид или никотиновая кислота; 1% раствор пиридоксина, 1% раствор аскорбиновой кислоты, черный или зеленый чай.

**Реактивы:** концентрированная серная кислота; хлороформ; раствор брома в хлороформе 1:60; концентрированная азотная кислота; 0,025% раствор цистеина; 10% раствор NaOH; 1% раствор сульфаниловой кислоты; 5% свежеприготовленный раствор нитрита натрия; 10% раствор карбоната натрия; концентрированная соляная кислота; цинк металлический; 10% раствор  $\text{CuSO}_4$ ; 5% раствор  $\text{NH}_4\text{CNS}$ ; 1% раствор  $\text{FeCl}_3$ ; 10% раствор HCl; 5% раствор  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ ;  $\text{FeCl}_3$  кристаллический.

**Оборудование:** штатив с пробирками; пипетки; песчаная баня или спиртовка.

## **Опыт №1. Качественные реакции на витамины.**

### **1. Проба Друммонда на ретинол (витамин А).**

Метод основан на способности концентрированной серной кислоты отнимать воду от ретинола с образованием окрашенных продуктов.

**Ход работы:** В пробирку вносят 2 капли рыбьего жира, 5 капель хлороформа и 1-2 капли концентрированной серной кислоты. Появляется голубое окрашивание, переходящее в буро-красное.

### **2. Обнаружение кальциферола (витамин Д).**

Метод основан на взаимодействии кальциферола с бромом с образованием окрашенных продуктов.

**Ход работы:** В сухую пробирку помещают 2 капли рыбьего жира и 5 капель раствора брома в хлороформе, перемешивают. Через некоторое время наблюдают зеленоватое окрашивание.

### **3. Качественная реакция на нафтохинон (витамин К).**

Метод основан на способности нафтохинона в присутствии цистеина окрашиваться в лимонно-желтый цвет в щелочной среде.

**Ход работы:** К 5 каплям раствора викасола (синтетического витамина К) добавляют 5 капель раствора цистеина и 1 каплю 10% раствора NaOH. Развивается лимонно-желтое окрашивание.

### **4. Обнаружение тиамина (витамин В<sub>1</sub>).**

Метод основан на способности тиамин образовать с диазофенилсульфоновой кислотой комплекс оранжево-красного цвета в щелочной среде.

Ход работы: В пробирку вносят 5 капель раствора сульфаниловой кислоты и прибавляют 5 капель раствора нитрита натрия. К полученному диазореактиву добавляют на кончике скальпеля порошок тиамин и 5 капель раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Встряхивают. Появляется оранжево-красное окрашивание.

#### **5. Обнаружение рибофлавина (витамина В<sub>2</sub>).**

Метод основан на восстановлении рибофлавина водородом, образующимся при взаимодействии металлического цинка с концентрированной соляной кислотой.

Ход работы: В пробирку наливают 10 капель 0,025% раствора рибофлавина и добавляют 5 капель концентрированной соляной кислоты и небольшое зернышко металлического цинка или порошка цинка. Начинается бурное выделение пузырьков водорода и жидкость изменяет окраску с желтого до розового и далее бесцветного раствора.

#### **6. Качественная реакция на никотинамид (витамин РР).**

Метод основан на образовании цветного тройного комплексного соединения тиоцианата-никотината меди.

Ход работы: 0,02 г никотинамида или кислоты никотиновой растворяют в 1 мл воды, прибавляют 2-3 капли 10% раствора сульфата меди, перемешивают и наблюдают сине-голубой осадок никотината меди. Затем прибавляют 2-3 капли 5% раствора роданида аммония (тиоцианата аммония), при этом образуется тройное комплексное соединение ярко-зеленого цвета.

#### **7. Качественная реакция на пиридоксин (витамин В<sub>6</sub>).**

Метод основан на образовании комплексной соли типа фенолята железа красного цвета при взаимодействии фенольного гидроксила пиридоксина с хлоридом железа (III).

Ход работы: К 5 каплям 1% раствора пиридоксина прибавляют 5 капель 1% раствора  $\text{FeCl}_3$ , перемешивают, развивается красное окрашивание.

#### **8. Качественная реакция на аскорбиновую кислоту (витамин С).**

Метод основан на способности аскорбиновой кислоты легко окисляться и восстанавливать железосинеродистый калий.

Ход работы: К 5 каплям 1% раствора витамина С приливают 1 каплю 10% раствора гидроксида натрия и 1 каплю 5% раствора железосинеродистого калия, перемешивают, после чего добавляют 3 капли 10% раствора соляной кислоты и 1 каплю 1% раствора хлорида железа (III). Выпадает синий осадок берлинской лазури.

#### **9. Качественная реакция на рутин (витамин Р).**

Метод основан на взаимодействии рутина с хлоридом железа (III) с образованием комплексного соединения зеленого цвета.

Ход работы: В пробирку бросают несколько чайнок, заливают 5 мл дистиллированной воды и кипятят в течение 3 минут. Дают остыть, сливают жидкость в другую пробирку и добавляют несколько кристалликов  $\text{FeCl}_3$ . Перемешивают и смотрят за развивающимся зеленым окрашиванием.

Указания к составлению отчета: Занести в тетрадь все результаты проведенных реакций. Где возможно написать химизм реакций.

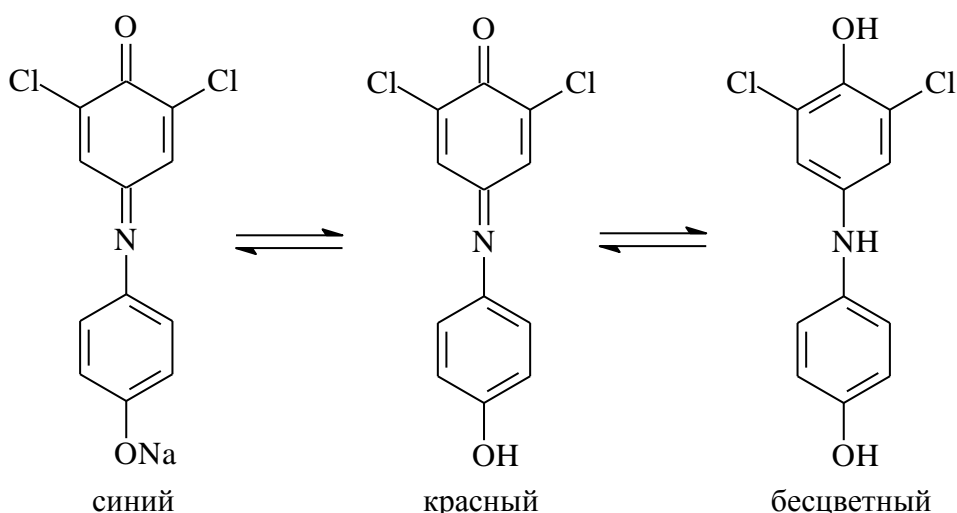
### Опыт №2. Количественное определение аскорбиновой кислоты.

Цель работы – освоить метод количественного определения аскорбиновой кислоты в продуктах питания.

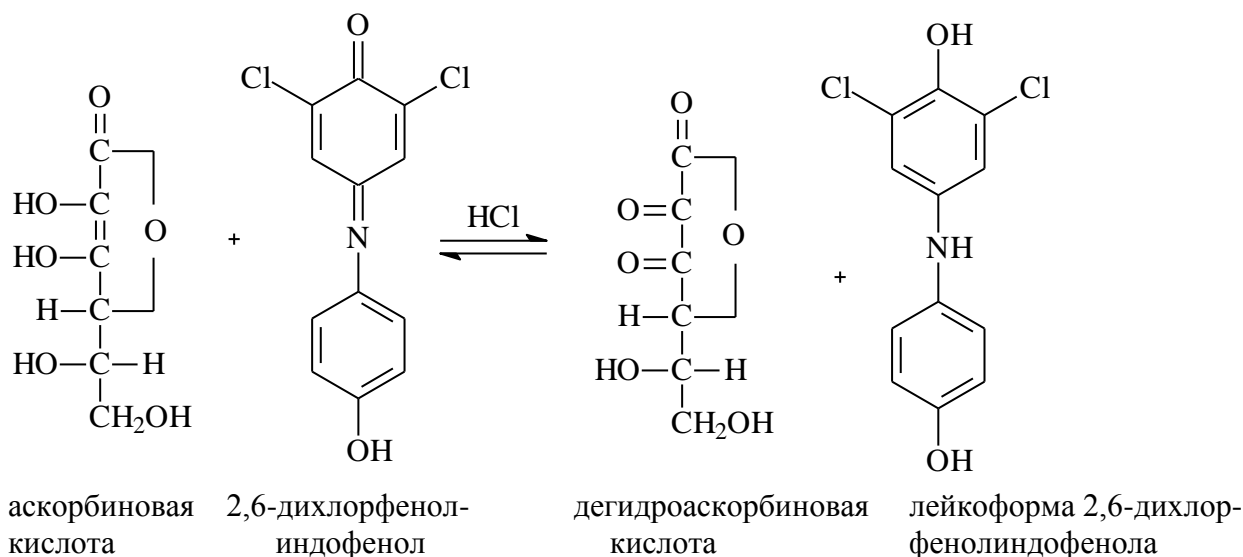
Краткая теория к работе. Определение содержания аскорбиновой кислоты в пищевых продуктах и лекарственных растениях необходимо для составления правильного рациона, удовлетворяющего потребность организма в этом витамине. Богаты витамином С плоды шиповника, черной смородины, цитрусовых.

Аскорбиновая кислота участвует в окислительно-восстановительных процессах при синтезе стероидных гормонов, обмене ароматических аминокислот, образовании соединительной ткани.

Сущность метода. Метод основан на способности аскорбиновой кислоты восстанавливать 2,6-дихлорфенолиндофенол. 2,6-дихлориндофенол в щелочной среде имеет синюю окраску, в кислой – красную, а при восстановлении обесцвечивается:



Количественное определение витамина С проводят, титруя исследуемый подкисленный соляной кислотой раствор щелочным раствором 2,6-дихлорфенолиндофенола. Пока в титруемом растворе содержится витамин С, приливаемый щелочной раствор 2,6-дихлорфенолиндофенола будет обесцвечиваться за счет образования восстановленной формы. Как только все количество витамина С, имеющееся в исследуемом растворе, окислится, титруемый раствор приобретает розовую окраску за счет образования недиссоциированных молекул 2,6-дихлорфенолиндофенола в кислой среде.



**Исследуемый материал:** картофель, капуста, хвоя.

**Реактивы:** 0,001 М раствор натриевой соли 2,6-дихлорфенолиндофенола; 2% раствор соляной кислоты.

**Оборудование:** весы с разновесом; ступка с пестиком; воронка; вата; мерная колба на 100 мл; коническая колбочка на 25 мл; пипетки на 5 и 10 мл; микробюретка.

**Ход работы:** На весах берут навеску картофеля 2 г., или капусты 2 г., или хвои 0,5 г. Исследуемый материал помещают в ступку и растирают, постепенно добавляя 5 мл раствора соляной кислоты. Вытяжку фильтруют через тонкий слой ваты в мерную колбу на 100 мл. Извлечение витамина С из той же навески повторяют еще два раза, каждый раз добавляя по 5 мл раствора соляной кислоты и фильтруя полученную вытяжку в ту же мерную колбу. Далее содержимое колбы доводят до метки дистиллированной водой.

Для определения отбирают 10 мл вытяжки в коническую колбочку и титруют содержимое раствором 2,6-дихлорфенолиндофенола, налитого в микробюретку, до появления розового окрашивания, не исчезающего в течение 30 с.

Указания к составлению отчета:

Расчет проводят по формуле:

$$X = (0,088 \cdot V \cdot 100 \cdot 1000) / (10 \cdot a),$$

где X – содержание аскорбиновой кислоты, мг/кг,

0,088 – титр аскорбиновой кислоты по 0,001 М раствору

2,6-дихлорфенолиндофенола, мг/мл,

100 – разведение (объем мерной колбы), мл,

1000 – коэффициент пересчета на 1 кг сырья, г,

10 – объем жидкости взятый для титрования, мл,

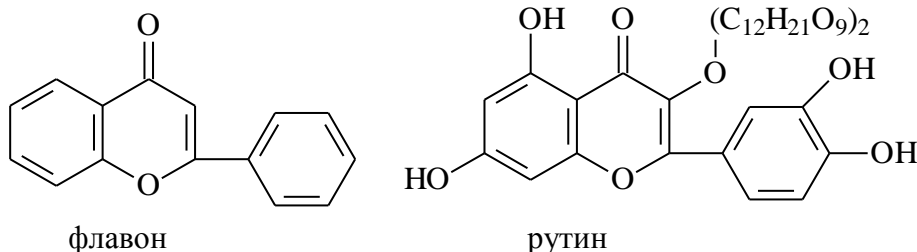
V – объем 2,6-дихлорфенолиндофенола, пошедший на титрование, мл,

a – навеска исследуемого материала, г.

### Опыт № 3. Количественное определение рутина в чае.

**Цель работы** – приобрести навыки количественного определения витамина Р в чае.

**Краткая теория к работе.** В основе витамина Р лежит ядро флавона. Известно несколько соединений, обладающих Р-витаминным действием. Рутин (рутозид) – это гликозид флавона кверцитина и дисахарида рутинозы (глюкоза и рамноза).



Рутин – кристаллическое вещество желто-оранжевой окраски. Содержится в тех же продуктах, что и витамин С. В чае содержится 30-50 мг% рутина, в зеленом чае – несколько больше.

**Сущность метода.** Метод основан на способности рутина окисляться перманганатом калия. В качестве индикатора используется индигокармин, который вступает в реакцию с калия перманганатом после того, как окислится весь рутин.

**Материал исследования:** черный или зеленый чай.

**Реактивы:** 0,05 н. раствор перманганата калия; индикатор индигокармин.

**Оборудование:** весы с разновесом; конические колбочки на 50 мл; водяная баня; воронка с фильтром; пипетка на 10 мл; мерная колба на 50 мл; микробюретка для титрования.

**Ход работы:** В коническую колбу к 0,1 г чая приливают 40 мл горячей воды и проводят экстракцию при нагревании на водяной бане в течение 5 минут. Далее раствор фильтруют в мерную колбу на 50 мл и доводят водой до метки дистиллированной водой. Для титрования пипеткой отмеривают в колбу для титрования 10 мл экстракта, добавляют 10 мл дистиллированной воды и 5 капель индигокармина, при этом появляется синее окрашивание. Титруют из микробюретки раствором  $\text{KMnO}_4$  до появления устойчивой желтой окраски.

**Указания к составлению отчета:**

Расчет проводят по формуле:

$$X = (0,0032 \cdot V \cdot 50 \cdot 1000) / (10 \cdot 0,1),$$

где X – содержание рутина, мг/кг,

0,0032 – титр рутина по 0,05 р. раствору  $\text{KMnO}_4$ , мг/мл,

50 – разведение (объем мерной колбы), мл,

1000 – коэффициент пересчета на 1 кг сырья, г,

10 – объем жидкости взятый для титрования, мл,

V – объем  $\text{KMnO}_4$ , пошедший на титрование, мл,

а – навеска исследуемого материала, г.

### **Контрольные вопросы к разделу Витамины:**

1. Какие вещества называют витаминами?
2. Установите связь ферментов и витаминов.
3. Назовите основные типы классификации витаминов.
4. *Lactobacillus casei* – представители семейства бактерий, используемых для получения таких продуктов брожения, как йогурт, квашеная капуста и соленья, не способны синтезировать рибофлавин. Характерное свойство этих бактерий заключается в том, что они получают энергию за счет расщепления глюкозы до молочной кислоты (рК' 3,5). Какой метод качественного определения рибофлавина вы предложили бы, исходя из этой информации?
5. Заполните таблицу:

№ п/п	Название витамина	Название кофермента	Активная форма кофермента	Тип катализируемой реакции	Пример авитаминоза	Источник витамина	В каком обмене участвует

6. Дайте полную характеристику витамина С. Опишите химическую структуру, приведите структурную формулу, укажите биологическую роль витамина в организме.
7. Каковы принципы количественного определения витамина С?
8. Производители пищевых продуктов, богатых витаминами, утверждают, в частности, что витамины, получаемые из природных источников, полезнее для здоровья, чем синтезированные искусственным путем. Считается, что чистая L-аскорбиновая кислота из плодов шиповника полезнее L-аскорбиновой кислоты, синтезированной на химическом заводе. Различаются ли витамины из этих двух источников? Может ли организм различать витамины из разных источников?
9. Дайте полную характеристику витаминов Р, В, Е – опишите химические структуры, приведите структурные формулы, укажите биологическую роль витаминов в организме.
10. Каковы принципы количественного определения витаминов Р, В, Е?

## **Лабораторная работа №4**

### **Количественное определение ДНК и РНК колориметрическим методом**

**Краткая теория к работе.** Нуклеиновые кислоты являются биополимерами, состоящими из четырех разных мономеров — нуклеотидов, связанных между собой фосфодиэфирными связями между 5'-фосфатом одного нуклеотида и 3'-гидроксильной группой углеводного компонента соседнего нуклеотида. Нуклеотиды состоят из трех компонентов: пиримидинового или пуринового основания, связанного с углеводным компонентом (рибозой или дезоксирибозой), и фосфорной кислоты. Нуклеотиды — это сильные кислоты. Соответственно входящему в их состав азотистому основанию они

называются адениловой, гуаниловой, тимидиловой, цитидиловой и уридилловой кислотами.

В клетке встречается 2 вида нуклеиновых кислот: дезоксирибонуклеиновая (ДНК) и рибонуклеиновая (РНК).

Нуклеиновые кислоты присутствуют в клетках главным образом в виде нуклеопротеиновых комплексов с основными белками.

### **Опыт №1. Количественное определение ДНК колориметрическим методом**

**Сущность метода.** Метод основан на способности дезоксирибозы, входящей в состав ДНК, давать синее окрашивание с дифениламиновым реактивом. Интенсивность окраски прямо пропорциональна концентрации ДНК.

**Ход работы.** 1. Готовят 2 пробирки. В опытную пробирку наливают 1 мл водного раствора ДНК и 2 мл дифениламинового реактива, в контрольную — 1 мл дистиллированной воды и 2 мл дифениламинового реактива.

Обе пробирки помещают на кипящую водяную баню на 10 мин. Затем пробы охлаждают и измеряют интенсивность окраски на ФЭКе против контроля (длина волны 630—690 нм) в кюветах с толщиной слоя 0,5 см.

Зная оптическую плотность опытной пробы, по калибровочному графику находят содержание в ней ДНК.

2. Построение калибровочного графика. В 3 пробирки наливают по 1 мл раствора ДНК различной концентрации (50, 100, 200

### **Опыт №2. Количественное определение РНК колориметрическим методом**

**Сущность метода.** Метод основан на цветной реакции орцинового реактива с пентозой, входящей в состав РНК. Интенсивность окраски определяют колориметрически.

**Ход работы.** 1. В опытную пробирку наливают 1 мл раствора РНК и 1 мл орцинового реактива, в контрольную — 1 мл дистиллированной воды и 1 мл орцинового реактива. Обе пробирки помещают на кипящую водяную баню на 20 мин. После охлаждения измеряют интенсивность окраски на ФЭКе (красный светофильтр, длина волны 630—690 нм) против контроля в кюветах с толщиной слоя 0,3 см. Измерив оптическую плотность раствора в опытной пробирке, по калибровочному графику находят концентрацию РНК в данной пробе.

2. *Построение калибровочного графика.* В 3 пробирки наливают по 1 мл раствора РНК известной концентрации (50, 100 и 200 мкг/мл) и по 1 мл орцинового реактива. Пробы помещают на кипящую водяную баню на 20 мин и после охлаждения измеряют оптическую плотность каждого из растворов. Затем строят калибровочный график, откладывая на оси абсцисс концентрацию РНК, а на оси ординат — соответствующее им значение оптической плотности.

**Указания к составлению отчета.** В рабочую тетрадь записывают принцип метода, результаты колориметрии и строят калибровочный график.

Контрольные вопросы.

1. Какой принцип положен в основу количественного определения ДНК и РНК?
2. Назовите основные функции ДНК и РНК в организме.

## Лабораторная работа №5.

### Определение белка с биуретовым реактивом.

**Краткая теория к работе.** В настоящее время используют более десяти методов для определения массы белка в биологическом материале и продуктах питания, которые можно разделить на 3 группы: химические, физические и физико-химические (колориметрические).

Из химических наиболее часто применяют метод формольного титрования, метод кислотного титрования и универсальный - метод Кьельдаля, основанный на количественном определении азота в исследуемом биологическом материале или пищевом продукте.

Из колориметрических методов наиболее распространены количественное определение белка на основе биуретовой реакции и метод Лоури (основан на образовании окрашенных продуктов ароматических аминокислот с реактивом Фолина в сочетании с биуретовой реакцией), метод Бредфорда (основан на связывании белком красителя кумасси бриллиантового синего).

Среди физических методов наибольшее распространение получили:  
- рефрактометрический (по показателю преломления света раствором белка);  
- спектрофотометрический (по поглощению в ультрафиолетовой области спектра);  
- полярографический (по кривым зависимости между силой тока и напряжением, приложенным к системе, содержащей белок).

В науке, технике, сельском хозяйстве широко используются фотометрические (абсорбционные) методы анализа, позволяющие быстро определять как примеси, так и основные компоненты в различных объектах. Фотометрические методы отличаются простотой выполнения анализа, достаточной точностью и высокой чувствительностью.

Фотометрический (абсорбционный анализ) - это анализ по поглощению (пропусканию) света определяемым веществом в видимой (400-760 нм), ультрафиолетовой (200- 400нм) и инфракрасной (0,8- 25мкм) областях спектра.

**Характер и величина поглощения света зависит от природы вещества и его концентрации в растворе.** Это и используется для качественного и количественного анализа методами светопоглощения.

В практике сельского хозяйства используется колориметрический метод анализа -это один из простых методов фотометрического анализа.



***Колориметрия основана на измерении поглощения света окрашенными растворами полихроматического излучения в видимой части спектра.***

Этот метод был предложен русским химиком В.М. Севергиным в 1795 году.

Оценка интенсивности окраски растворов может производиться визуально или с помощью прибора называемого фотоэлектрическим колориметром.

Если пропустить через слой вещества пучок света с интенсивностью  $I_0$ , то после прохождения через этот слой его интенсивность уменьшится до  $I$ .

Отношение  $I / I_0 = T$  (1)

характеризует пропускание (поглощение) света. Поглощение излучения можно характеризовать величиной оптической плотности  $D$ :

$$D = - \lg T \quad (2)$$

$$D = \lg I_0 / I \quad (3)$$

Величина оптической плотности может принимать любые положительные значения от 0 до  $\infty$ , однако современные приборы позволяют измерять величины оптической плотности, не превышающие 3.

Зависимость между поглощением излучения раствора и содержащимся в нем окрашенного вещества описывается законом Ламберта – Бугера - Бера:

$$I = I_0 * 10^{-\epsilon C l} \quad (4)$$

где  $\epsilon$  - молярный коэффициент погашения;  $c$  - концентрация вещества, поглощающего свет, моль/л;  $l$  - толщина слоя раствора, поглощающего свет, см.

Физический смысл закона Ламберта - Бугера- Бера состоит в следующем:

***Растворы одного и того же окрашенного вещества при одинаковой его концентрации и толщине слоя, а также при прочих равных условиях поглощают одну и ту же долю падающего на них света.***

Используя уравнения (1), (2), (3), можно уравнение (4) преобразовать:

$$D = \epsilon * C * l$$

т.е. оптическая плотность ( $D$ ) раствора прямо пропорциональна концентрации окрашенного вещества и толщине слоя раствора.

Это означает, что ***при одинаковой толщине слоя (  $l$  ) раствора и других равных условиях оптическая плотность (  $D$  ) тем больше, чем выше концентрация в растворе окрашенного вещества.***

График зависимости оптической плотности от концентрации выражается прямой линией, идущей от начала координат.

#### **ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ПРИБОРА**

Для определения концентрации ( $C$ ) окрашенного раствора обычно измеряют его оптическую плотность ( $D$ ) с помощью фотоэлектрического колориметра.

При этом световой поток, проходя через кювету с анализируемым окрашенным раствором, попадает на фотоэлемент, который превращает прошедшую световую энергию в электрическую, и возникающий электрический ток измеряют чувствительным гальванометром. Сила электрического тока, возникающего при действии световой энергии на фотоэлемент, прямо пропорциональна интенсивности освещения.

Работа двухплечевого фотоколориметра заключается в следующем. Свет от электрической лампы (1) идет в двух противоположных направлениях и при помощи зеркал (2) направляется на светофильтры (3), а через них на кюветы (4), после чего попадает на фотоэлементы(5), которые подключены к гальванометру (8) так, что при равенстве интенсивности падающих на фотоэлементы световых потоков стрелка гальванометра стоит на нуле. Нулевая диафрагма (б) при вращении связанного с ней барабана меняет свою ширину и тем самым изменяет величину светового потока, падающего на фотоэлементы, фотометрический нейтральный клин (7) служит для ослабления светового потока, падающего на фотоэлемент (5).

Необходимость применения светофильтров объясняется сложностью состава проходящего света. При колориметрировании стараются выделить из сложного излучения узкую спектральную область, которая поглощает больше света при прохождении через данный окрашенный раствор, что достигается с помощью светофильтров. В результате применения светофильтров увеличивается точность измерений оптической плотности или интенсивности окраски растворов.

Данный метод основан на принципе биуретовой реакции, то есть на способности белка давать с серноокислой медью в щелочной среде комплексное соединение, окрашенное в красно-фиолетовый цвет. Интенсивность окраски прямо пропорциональна концентрации белка в растворе и измеряется ФЭКом.

### **Определение белка с биуретовым реактивом**

**Сущность метода.** Метод основан на биуретовой реакции, образующей в щелочной среде окрашенные в фиолетовый цвет комплексы пептидных связей с ионами меди (II). Он известен в двух модификациях: макрометод и микрометод. Макрометод (макроопределение) применяют в случаях, когда содержание белка в исследуемом образце достаточно велико (1-10 мг/мл); микрометод позволяет определить в 4 мл щелочного раствора 0,1-2 мг белка. На окраску, даваемую белками, оказывают влияние соли аммония, сахара, глицерин и др. Ниже приведено описание макрометода.

**Реактивы.** Вода дистиллированная; биуретовый реактив (в мерную колбу вместимостью 1 л вносят 500 мл воды, последовательно растворяют в ней 1,5 г кристаллогидрата сульфата меди и 6,0 г кристаллогидрата тартрата калия-натрия; приливают медленно при постоянном перемешивании 300 мл раствора с массовой долей гидроксида натрия 10 % (свободного от карбонатов); для предотвращения образования осадка оксида меди (I) добавляют 1,0 г иодида калия; содержимое колбы доводят до метки водой и перемешивают; хранят реактив в парафиновой или пластиковой посуде); стандартный раствор казеина или другого белка, содержащий 10 мг белка в 1 мл (в мерной колбе вместимостью 100 мл взбалтывают с 60 мл воды 1,0 г чистого казеина и при помешивании добавляют 10-12 мл раствора с концентрацией гидроксида натрия 0,2 моль/л до растворения казеина; затем приливают по каплям при помешивании 10-12 мл раствора с концентрацией

соляной кислоты 0,1 моль/л до рН 7, содержимое доводят до метки водой и перемешивают); раствор исследуемого белка.

**Ход работы.** Исследование начинают с построения калибровочного графика. Для чего готовят стандартный раствор белка (альбумина, глобулина, казеина или другого белка), содержащий 10 мг белка в 1 мл. Из стандартного раствора казеина (или другого белка) готовят в соответствии с табл. 3 ряд растворов белка известной концентрации.

Таблица 3

Разведение стандартного раствора белка

№ пробы	Объем стандартного раствора белка, мл	Объем воды, мл	Масса белка в пробе, мг	Оптическая плотность раствора
1.	-	1,0	Контроль	
2.	0,2	0,8	2	
3.	0,4	0,6	4	
4.	0,6	0,4	6	
5.	0,8	0,2	8	
6.	1,0	-	10	

Берут еще три пробирки и наливают в них исследуемый раствор белка: в первую – 1,0 мл, во вторую – 0,5 мл и в третью – 0,25 мл. Затем во вторую и третью пробирки добавляют соответственно 0,5 и 0,75 мл воды (объем содержимого в каждой пробирке должен быть одинаковым и составлять на данном этапе 1 мл). Таким образом, во второй и третьей пробирках получают раствор исследуемого белка, разведенный соответственно в 2 и 4 раза. Эти разведения учитывают при расчете.

В контрольную пробирку, к пробам с известной концентрацией белка, пробам исследуемого раствора белка приливают по 4 мл биуретового реактива (4 мл реактива на 1-10 мг белка). Содержимое каждой пробирки перемешивают и оставляют при комнатной температуре на 30 мин для развития окраски.

Оптическую плотность растворов (экстинкцию) измеряют на ФЭКе при 540-650 нм (зеленый светофильтр) против контроля (проба № 1).

Результаты, полученные для растворов белка известной концентрации, отображают графически, откладывая по оси ординат величину оптической плотности, а по оси абсцисс – массу белка, соответствующую этой величине.

Закон Бера-Бугера-Ламберта гласит: прямая зависимость между концентрацией вещества и его оптической плотностью сохраняется в строго определенных параметрах концентраций. Для построения графика необходимо иметь усредненные данные экстинкций трех повторностей колориметрирования стандартных растворов. Соединив полученные точки прямой линией, получим калибровочный график. По калибровочному графику определяют массу белка в анализируемых пробах. На основании полученных данных рассчитывают массовую концентрацию белка в исследуемом растворе (учесть разведения).

Однако содержание белка в сырье или продукте чаще обозначают в процентах. Для пересчета полученных результатов (мг/мл) в проценты, необходимо знать массу сырья или продукта и растворителя взятых для экстрагирования белка. Например, взято 2 г пшеничной муки и тщательно размешано в 10 мл дистиллированной воды, провели экстракцию альбуминов, а затем их количественно определили по биуретовой реакции. Полученный результат – 8,2 мг/мл. Содержание альбуминов пшеничной муки определяется по формуле:

$$C = \frac{8,2 \cdot V \cdot 100}{1000 \cdot m},$$

где,  $V$  – объем экстракта альбуминов муки;

$m$  – масса навески муки;

1000 – коэффициент пересчета мг на г;

100 – коэффициент пересчета на 100 г муки.

Указания к составлению отчета. При оформлении работы кратко описывают принцип метода. Поясняя на своем примере методику определения по калибровочному графику массы белка в пробе. На основании полученных данных составляют формулу для расчета массовой концентрации белка в исследуемом растворе.

Контрольные вопросы.

1. Перечислите группы методов количественного определения белков.
2. Общая характеристика метода Кьельдаля и его этапов.
3. Техника проведения минерализации, и её химизм.
4. Техника и химизм отгонки аммиака.
5. Техника и химизм титрования. Расчет массы белка.
6. Назовите физические методы количественного определения белка и расскажите на чем они основаны.
7. Какие Вы знаете колориметрические (физико-химические) методы количественного определения белков? На чем они основаны?
8. Техника приготовления основного и стандартного растворов белка.
9. Техника проведения биуретовой реакции со стандартными и исследуемыми растворами белков.
10. Принцип и техника построения калибровочного графика. Минимум повторностей для построения калибровочного графика.
11. Методика и техника определения количества белка в исследуемом сырье или продукте колориметрическим методом.
12. Закон Бера-Бугера-Ламберта, его практическое значение для построения калибровочного графика и количественного определения белка в сырье или продукте по калибровочному графику.

## Лабораторная работа №6

### Действие амилазы на сырой и вареный крахмал. Открытие продуктов брожения глюкозы

#### Опыт № 1. Действие амилазы на сырой и вареный крахмал

##### **Цель занятия:**

- разобраться в процессах переваривания и всасывания углеводов;
- изучить основные этапы промежуточного обмена углеводов (синтез гликогена, анаэробное и аэробное окисление глюкозы), уметь писать соответствующие уравнения реакций;
- разобраться в вопросах регуляции и патологии углеводного обмена.

##### **Задачи занятия:**

- изучить краткую теорию к работе, знать сущность и ход проведения опытов;
- провести исследования ферментативного расщепления углеводов;
- сформулировать и занести в рабочую тетрадь выводы, полученные на основе результатов опытов.

**Краткая теория к работе.** Углеводы – основной источник энергии для процессов жизнедеятельности человека, животных, растений и многих микроорганизмов. Кроме этого, метаболиты (промежуточные продукты обмена) углеводов служат материалом для синтеза многочисленных мономеров, а из мономеров – полимеров и других соединений.

В продуктах питания человека, в кормах животных углеводы представлены полисахаридами – крахмалом, гликогеном, клетчаткой, пектиновыми веществами и др., а также олиго- и моносахаридами: сахарозой, мальтозой, лактозой, глюкозой, фруктозой и др.

У растущих и развивающихся растений синтезируется резервный крахмал, который служит субстратом дыхания и источником метаболитов. В период созревания крахмал откладывается в плодах, клубнях, луковицах, семенах, зернах и служит запасным энергетическим материалом зародыша и источником многочисленных метаболитов.

Использование (мобилизация) полисахаридов начинается с их гидролиза амилазами или расщепления путем фосфолиза ферментом фосфолиазой.

**Сущность метода.** Податливость субстрата к действию фермента получила название атакуемости. Атакуемость крахмала амилазами зависит от степени повреждения структуры крахмального зерна. Неповрежденные или механически поврежденные крахмальные зерна довольно устойчивы к действию амилазы, оклейстеренный крахмал (вареный) расщепляется амилазами с большей скоростью.

Резервный крахмал семян, зерен злаковых и клубней гидролизуются только после набухания (обводнения).

**Исследуемый материал: крахмал, раствор слюны (амилаза).**

**Реактивы.** Вода дистиллированная; раствор йода в йодиде калия; растворы с массовыми долями: оклейстеренного крахмала 2 %; сырого крахмала 2 %; слюны разбавленная 1:1; вытяжка из солода.

**Ход работы.** Берут две пробирки. В одну вносят 5 мл раствора оклейстеренного крахмала, в другую – 5 мл раствора сырого крахмала (содержимое флакона перед отбором пробы тщательно перемешивают). В каждую пробирку добавляют по 1 мл разбавленной (1:1) слюны или вытяжки солода. Содержимое перемешивают, и пробирки ставят в термостат на 20 мин при 37-38 °С. По окончании инкубации в пробирки добавляют по 3 капли раствора йода, содержимое хорошо перемешивают и по результатам опыта делают вывод.

**Указания к составлению отчета.** Сделать вывод о глубине гидролиза крахмала.

## **Опыт №2. Открытие продуктов брожения глюкозы**

**Краткая теория к работе.** У микроорганизмов и растений протекают весьма сходные процессы расщепления углеводов, которые обычно называют брожением. Распад глюкозы при брожении и гликолизе протекает одинаково до образования пировиноградной кислоты. Различие начинается с дальнейшего преобразования пировиноградной кислоты. В зависимости от вида микроорганизмов и конечных продуктов различают несколько видов брожения.

Молочнокислое брожение используется в пищевой промышленности для получения различных молочнокислых продуктов и в животноводстве при силосовании кормов:



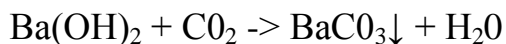
Уксуснокислое, пропионовокислое, маслянокислое, молочнокислое брожения имеют место в преджелудках жвачных.

Спиртовому брожению подвергаются только гексозы, в отличие от других моносахаридов, например пентоз. Этим пользуются для отличия гексоз от пентоз.

**Сущность метода.** В лабораторных условиях удобным объектом для изучения окисления углеводов служат дрожжи. Дрожжами вырабатывается комплекс ферментов, под влиянием которых сбраживаются мальтоза и сахароза.

Сахароза первоначально подвергается гидролизу до глюкозы и фруктозы. В дальнейшем моносахариды сбраживаются до этанола, органических кислот и углекислого газа.

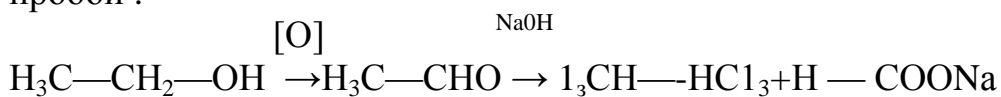
Тестом на углекислый газ служит образование нерастворимого осадка карбоната бария:



карбонат бария

Спирт, образующийся при брожении, можно открыть йодоформной

пробой :



этанол

этаналь

йодоформ

формиат  
натрия

Молочную кислоту, как и другие оксикислоты, можно обнаружить по появлению желтого окрашивания с хлоридом железа(III). Сущность реакции заключается в восстановлении иона железа с  $\text{Fe}^{+3}$  до  $\text{Fe}^{+2}$  при одновременном окислении молочной кислоты и образовании стойкой комплексной соли железа.

Поскольку исходный раствор хлорида железа(III) имеет коричневатожелтый цвет, для лучшей наглядности перехода окраски целесообразно применять фиолетовый раствор фенолята железа, содержащий железо(III).

### **Оборудование и реактивы:**

- весы лабораторные технические, ступка с пестиком, цилиндр вместимостью  $10 \text{ см}^3$ , штатив для пробирок, пробирки вместимостью  $10 \text{ см}^3$ , пробка с газоотводной трубкой, термостат, воронка, фильтр бумажный, вода дистиллированная;
- сахароза кристаллическая, дрожжи хлебопекарные, насыщенный раствор гидроксида бария, 10%-ный раствор гидроксида натрия, 1%-ный раствор фенола, 1%-ный раствор хлорного железа ( $\text{FeCl}_3$ ).

**Ход работы.** В ступке растирают 1 г дрожжей и 1 г сахарозы, приливая из цилиндра порциями  $10 \text{ см}^3$  дистиллированной воды. Гомогенную массу переносят через воронку в реакционную пробирку. Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой.

В пробирку-приемник наливают  $5\text{--}7 \text{ см}^3$  насыщенного гидроксида бария. Конец газоотводной трубки опускают до дна приемной пробирки. Собранную установку помещают в термостат при  $37 \text{ }^\circ\text{C}$ . Через  $30\text{--}60$  минут (в зависимости от активности дрожжей) жидкость в приемной пробирке мутнеет.

Затем обе пробирки достают из термостата. Убирают газоотводную трубку. Жидкость из реакционной пробирки фильтруют через складчатый фильтр в другую пробирку. Фильтрат делят на две части.

В одной порции проверяют наличие этанола. Для этого к фильтрату добавляют около  $1 \text{ см}^3$  раствора йода,  $2\text{--}3$  капли 10%-ного раствора гидроксида натрия и нагревают пробирку на водяной бане. Наблюдают появление желтого окрашивания и характерного запаха йодоформа.

В другой части *фильтрата проверяют* наличие молочной кислоты (реакция Уфельмана). Для этого сначала готовят фенолят железа(III): в сухую пробирку вносят  $0,5 \text{ см}^3$  1 %-ного раствора фенола и  $2\text{--}3$  капли 1%-ного раствора хлорного железа ( $\text{FeCl}_3$ ); появляется фиолетовое окрашивание фенолята железа. К полученному раствору приливают вторую порцию

фильтрата. В присутствии молочной кислоты появляется желто-зеленый цвет молочнокислого железа.

Указания к составлению отчета. Сделать вывод о наличии продуктов брожения. Записать химизм реакций брожения.

### **Контрольные вопросы к разделу «Обмен углеводов»:**

1. Что такое углеводы?
2. Что такое моносахариды, дисахариды, полисахариды? Приведите примеры.
3. Структура и биологическая роль крахмала. В чем различие между крахмалом и целлюлозой?
4. Назовите углеводы продуктов питания.
5. Роль углеводов для организма.
6. Углеводы растений, их роль.
7. Пути мобилизации полисахаридов в организме животных, растений и микроорганизмов.
8. Роль крахмала в зернах злаковых и развивающихся растениях.
9. Какие ферменты осуществляют мобилизацию крахмала и гликогена?
10. Какой крахмал гидролизуется легче и почему?
11. Методы контроля (определения) активности амилаз.
12. Какие существуют пути утилизации глюкозы в клетке?
13. Что такое гликолиз?
14. Какие ферменты в гликолизе являются ключевыми?
15. Какое значение имеет гликолиз?
16. В чем сходство и различие между гликолизом, гликогенолизом, спиртовым брожением и молочнокислым брожением?
17. В чем различие между аэробным и анаэробным распадом глюкозы в клетке?
18. Какова роль ЦТК?
19. Назовите два основных пути синтеза глюкозы в организме.
20. Каково биологическое значение пентозофосфатного пути?

## **Лабораторная работа №7**

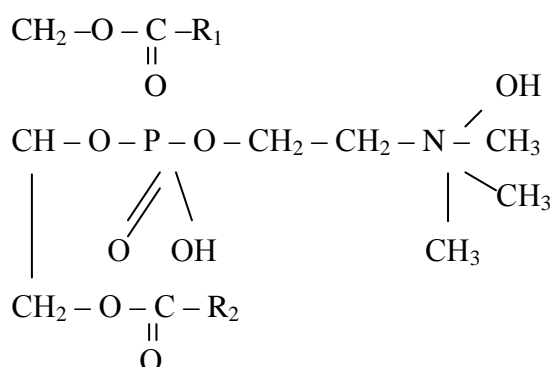
### **Выделение лецитина из желтка куриного яйца и изучение его химического состава.**

**Краткая теория к работе.** Понятие о лецитинах. Лецитины относятся к фосфоглицеридам (фосфатидилхолинам). При гидролизе лецитинов освобождается молекула глицерина, две молекулы жирных кислот (из которых одна является непредельной), молекулы фосфорной кислоты и азотистого основания холина.

Фосфорная кислота в молекуле лецитина соединена сложноэфирной связью со спиртовой группой холина



В зависимости от того, к какому углеродному атому глицерина присоединен остаток холинфосфорной кислоты, выделяют  $\alpha$  и  $\beta$ -лецитины. Лецитины различаются также по жирным кислотам, входящим в их состав



### *$\beta$ -лецитин*

**Реактивы:** 1) желток куриного яйца, б) этиловый спирт, в) ацетон, г) хлористый кадмий, насыщенный спиртовой раствор.

#### **Ход работы:**

В небольшой стаканчик вносят желток куриного яйца и, помешивая стеклянной палочкой, добавляют 10 мл горячего спирта. После остывания содержимое фильтруют в сухую пробирку. Фильтрат должен быть прозрачным.

#### **1. Осаждение ацетоном.**

В сухую пробирку наливают 2-3 мл ацетона и по каплям прибавляют спиртовой раствор лецитинов. Выпадает осадок. Так как лецитины в ацетоне не растворяются.

#### **2. Получение эмульсии лецитинов.**

Для получения эмульсии к 2-3 мл спиртового раствора добавляют по каплям дистиллированную воду. Образуется устойчивая эмульсия лецитинов в воде.

#### **3. Осаждение хлористым кадмием.**

В сухой пробирке к 1 мл спиртового раствора лецитинов добавляют по каплям насыщенный раствор хлористого кадмия. Выпадает белый осадок соединения лецитинов с хлористым кадмием.

#### **4. Обнаружение холина.**

После осаждения ацетоном осадок лецитинов нагревают с несколькими мл 10%-ного раствора едкого кали или едкого натра. Лецитины гидролизуются на свои компоненты. При гидролизе происходит частичный распад холина с отщеплением триметиламина, обладающего селедочным запахом.

**Приборы:** Штатив с пробирками, спиртовка, воронки, фильтры.

**Реактивы:** Раствор желтка (161), едкий натр 10%-ный раствор, лакмусовая бумажка, соляная кислота 10%-ный раствор, серноокислая медь 5%-ный раствор, молибденовый реактив.

**Ход работы:** В пробирку поместить 2 мл раствора лецитина, добавить 2 мл едкого натрия (NaOH 10%) и прокипятить. Идет гидролитический распад лецитина. Наряду с гидролизом лецитина распадается холин с образованием триметиламина, который можно обнаружить по посинению влажной лакмусовой бумажки, поднесенной к пробирке.

#### **5. Обнаружение жирных кислот.**

К гидролизату добавить 10%-ный раствор соляной кислоты (до кислой реакции среды по лакмусовой бумажке). В кислой среде жирные кислоты — в виде хлопьев ( в щелочной они находятся в виде растворимых натриевых солей). Жирные кислоты отфильтровать, а фильтрат использовать для следующих двух опытов.

#### **6. Обнаружение глицерина.**

К одной части фильтрата добавить 10%-ный раствор едкого натрия (до щелочной реакции среды) и 5%-ный раствор сернокислой меди. Образуется ярко-синий осадок глицерата меди.

#### **7. Обнаружение фосфорной кислоты.**

Ко второй части фильтрата добавить 5 капель молибденового реактива. Образуется осадок лимонного цвета.

#### **Задание.**

1. Объяснить физиологические свойства жиров.
2. Рассмотреть основные жирные кислоты, принимающие участие в синтезе жиров.
3. Разобрать примеры значения жира для животного организма.

#### **Ответить на вопросы:**

1. Какие химические вещества называются липидами?
2. Как классифицируются жирные кислоты?
3. Какое явление называется эмульгированием жиров?
4. Что называется кислотным числом и йодным числом жира?
5. Классификация фосфатидов.
6. Методы обнаружения продуктов гидролиза фосфатидов.

Указания к составлению отчета. Сделать вывод о химическом составе лецитина.

#### **Контрольные вопросы к разделу «Обмен липидов»:**

1. Из каких процессов состоит обмен липидов в организме животных, растений и микроорганизмов?
2. С какого процесса начинается катаболизм и переваривание липидов?
3. Липазы пищевого сырья, их влияние на качество продукции.
4. К какому классу, подклассу и группе относятся липазы?
5. Напишите реакции катализируемые липазами.
6. Метод определения активности липаз.
7. Роль постановки контроля в определении активности липаз.

# Лабораторная работа № 8

## Качественные реакции на некоторые гормоны.

### **Цель занятия:**

- разобраться в основных понятиях и классификации гормонов;
- знать биологическую роль фитогормонов и гормонов человека и животных, механизм действия, гипо- и гиперфункцию ЖВС, область применения.

### **Задачи занятия:**

- изучить краткую теорию к работе, знать сущность и ход проведения опытов;
- приобрести умения качественного определения гормонов, необходимые для проведения анализов биологических материалов;
- сформулировать и занести в рабочую тетрадь выводы, полученные на основе результатов опытов.

**Краткая теория к работе.** Гормоны — сигнальные вещества, образующиеся в клетках эндокринных желез. После синтеза гормоны поступают в кровь и переносятся к органам-мишеням, где выполняют определенные биохимические и физиологические регуляторные функции.

Каждый гормон является центральным звеном сложной системы гормональной регуляции. Гормоны синтезируются в виде предшественников, прогормонов, а зачастую и депонируются, в специализированных клетках эндокринных желез.

**Сущность метода.** Классификация гормонов основана на их химическом строении и растворимости в воде и жирах. Для обнаружения гормонов в различных веществах или биологических жидкостях и определения их количества существуют качественные реакции, основанные на цветных реакциях, характерных для той или иной группировки, входящей в гормон.

**Исследуемый материал:** растворы инсулина, адреналина, фолликулина; таблетки тиреоидина.

**Реактивы:** концентрированная азотная кислота; концентрированная серная кислота; 10% раствор  $H_2SO_4$ ; 10% раствор  $NaOH$ ; 1% раствор  $CuSO_4$ ; Реактив Фоля; 10% раствор  $CuSO_4$ ; 1% раствор  $FeCl_3$ ; 1% раствор крахмала, 2% раствор йодноватого калия

**Оборудование:** штатив с пробирками; пипетки; песчаная баня или спиртовка.

### **Опыт №1. Качественные реакции на гормоны.**

#### **Работа 1. Качественные реакции на инсулин.**

а) **РЕАКЦИЯ ГЕЛЛЕРА.** К 10 каплям конц.  $HNO_3$  осторожно по стенке пробирки приливают равный объем 10 капель раствора инсулина. Пробирку

наклоняют под углом 45 градусов так, чтобы обе жидкости не смешивались. На границе двух жидкостей образуется белый аморфный осадок в виде небольшого кольца.

б) БИУРЕТОВАЯ РЕАКЦИЯ. К 10 каплям инсулина добавляют 5 капель 10%-го раствора едкого натра и 1 каплю 1%-го  $\text{CuSO}_4$ .

Жидкость окрашивается в фиолетовый цвет.

в) РЕАКЦИЯ ФОЛЯ. К 5 каплям раствора инсулина приливают 5 капель реактива Фоля и кипятят. Через 1-2 минуты при стоянии появляется бурый или черный осадок.

### Работа 2. Качественная реакция на адреналин.

В пробирку наливают 10 капель раствора адреналина и добавляют 1 каплю  $\text{FeCl}_3$ . Наблюдается зеленое окрашивание вследствие присутствия пирокатехина в молекуле адреналина. Добавив 1 каплю 10%-го раствора  $\text{NaOH}$ , наблюдают вишнево-красное окрашивание.

### Работа 3. Щелочной гидролиз тиреоидина.

В ступку помещают 5 таблеток тиреоидина и тщательно их растирают. Растертую массу пересыпают в колбочку для гидролиза, добавляют 5 мл. 10%-го раствора щелочи и 5 мл.  $\text{H}_2\text{O}$ . Затем кипятить колбочку на асбестовой сетке в течении 10-15 минут.

#### а) ОТКРЫТИЕ ЙОДА В ПОЛУЧЕННОМ ГИДРОЛИЗАТЕ.

К 25 каплям охлажденного гидролизата прибавляют 10%-ый раствор  $\text{H}_2\text{SO}_4$  до кислой реакции на лакмус. После подкисления добавляют 3 капли 1%-го раствора крахмала и 5-10 капель 2%-го раствора йодноватого калия (не избыток). Выделившийся йод дает синее окрашивание с крахмалом.

### Работа 4. Качественная реакция на фолликулин. /эстрон/ с конц. $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

В маленькую пробирку наливают 2 капли спиртового раствора фолликулина и помещают ее в кипящую водную баню на 5-10 минут для удаления спирта. К оставшемуся в пробирке фолликулину добавляют 10 капель конц.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , и помещают пробирку вновь в кипящую водяную баню на 5-10 минут. Появляется соломенно-желтое окрашивание, переходящее при нагревании в оранжевое.

Вывод:

#### **Вопросы и задания:**

1. Дайте классификацию межклеточным сигнальным веществам.
2. Чем отличаются гормоны от гистогормонов?
3. Какова химическая природа и классификация гормонов?
4. Что известно о механизме действия гормонов?
5. Каково значение йода для синтеза тиреоидных гормонов?
6. Что такое фитогормоны? Какова их биологическая роль?
7. Какое применение находят гормоны в пищевых технологиях?

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Ауэрман, Т. Л. Основы биохимии [Текст] : учебное пособие для студентов, обуч. по направлениям подготовки бакалавров "Биотехнология", "Продукты питания из растительного сырья" и "Технология продукции и организация общественного питания" / Т. Л. Ауэрман, Т. Г. Генералова, Г. М. Сусянок. - М. : ИНФРА-М, 2014. - 400 с.
2. Балдаев, Н. С. Биохимия животных (с основами физической и коллоидной химии) : учебное пособие по спец. 310700 "Зоотехния", 310800 "Ветеринария", 311200 "Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции" [Текст] / Н. С. Балдаев, С. Н. Балдаев. - Улан-Удэ: БГСХА, 2005. - 143 с.
3. Зайцев, С. Ю. Биохимия животных. Фундаментальные и клинические аспекты: Учебник для студентов вузов по спец. 310800 - Ветеринария [Текст] / С. Ю. Зайцев, Ю. А. Конопатов. - СПб.: Лань, 2004. - 384 с.
4. Казеев Г. В., Казеева А. В. Биоэнергетика животных (функциональная энергоинформационная система)// В. Г. Казеев , А. В. Казеева. - учебное пособие М.: Российский государственный аграрный заочный университет, 2013. – ЭБС: IPR – books.
5. Куренков, В. Ф. Практикум по химии и физике высокомолекулярных соединений [Текст] : учебное пособие / В. Куренков, Л. Бударина, А. Заикин. - М.: КолосС, 2008. - 395 с.
6. Кушманова, О.Д., Ивченко Г.М. Руководство к практическим занятиям по биологической химии. Москва: «Медицина». 1974.
7. Рогов, И.А. Химия пищи [Текст ] / И.А. Рогов, Л.В. Антипова, Н.И. Дунченко. – М.: Колос, 2007. – 853с.
8. Рогожин, В.В. Биохимия животных: Учебник [Текст ]/ В.В. Рогожин. – СПб.: ГИОРД, 2009. – 552 с.
9. Новокшанова, А. П. Лабораторный практикум по органической, биологической и физколлоидной химии [Текст]: учебное пособие./ С. Ю. Новокшанова. - СПб.: ГИОРД, 2009. – 224 с.
10. Щербаков, В. Г. Лабораторный практикум по биохимии и товароведению масличного сырья : учебное пособие [Текст ] / В.Г. Щербаков, В.Г. Лобанов. - 3-е изд.; перераб. и доп. - М.: КолосС, 2007. - 247 с.
11. Новиков, Н.Н. Биохимия растений.: учебник [Текст ]/ Н. Н. Новиков. – М.: КолосС, 2012. – 679 с.
12. Полищук, С. Д. Практикум по физической и коллоидной химии с курсом биохимии: Учеб. пособие [Текст] / С. Д. Полищук., В. И. Вахания. - Рязань: РГСХА, 2004. - 175 с.
13. Рогов, И.А. Химия пищи [Текст ] / И.А. Рогов, Л.В. Антипова, Н.И. Дунченко. – М.: Колос, 2007. – 853с.

14. Рогожин, В. В. Практикум по биологической химии [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки (специальности) 111811 - "Ветеринария" (квалификация (степень) "специалист") и направлению подготовки (специальности) 111100 - "Зоотехния" (квалификация (степень) "бакалавр") / В. В. Рогожин. - СПб. : Лань, 2013. - 544 с.
15. Рогожин, В.В., Рогожина Т. В. Биохимия сельскохозяйственной продукции.: Учебник [Текст ]/ В.В. Рогожин, Т. В. Рогожина – СПб.: ГИОРД, 2014. – 554 с.
16. Румянцев, Е. В. Химические основы жизни [Текст] / Е. Румянцев, Е. Антина, Ю. Чистяков. - М.: Химия, КолосС, 2007. – 560 с.
17. Строев, Е.А., Макарова, В.Г. Практикум по биологической химии. Москва: «Высшая школа». 1986.
18. Лабораторные методы исследования в клинике: Справочник. /Под ред. В.В.Меньшикова. Москва: «Медицина». 1987.
19. Хазипов, Н. З. Биохимия животных с основами физколлоидной химии [Текст]: учебник для студентов вузов, обуч. по спец. «Зоотехния» и «Ветеринария»/ Н. Хазипов, А. Аскарова, Р. Тюрикова.-М.: КолосС, 2010.- 328 с.

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»**

**ФАКУЛЬТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ И BIOTEХНОЛОГИИ**

**КАФЕДРА ЗООТЕХНИИ И БИОЛОГИИ**

**О. А. Федосова**

## **ГЕНЕТИКА И ЭВОЛЮЦИЯ**

**Учебно-методическое пособие  
для лабораторных и самостоятельных работ студентов  
направление подготовки 06.03.01 Биология  
профиль «Биоэкология»**

Рязань, 2019

Учебно-методическое пособие составлено с учётом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 07 августа 2014 года, приказ № 944.

Учебно-методическое пособие составлено кандидатом биологических наук, доцентом кафедры зоотехнии и биологии О. А. Федосовой, для студентов по направлению подготовки 06.03.01 Биология, профиль «Биоэкология», квалификация (степень) «бакалавр».

В учебно-методическом пособии представлены теоретический материал и методические указания для изучения разделов классической генетики, начиная с цитологических основ наследственности, а также основы селекции и эволюционного учения; сформулированы вопросы и задания для самоконтроля.

Рецензенты: доктор биологических наук, профессор кафедры зоотехнии и биологии ФГБОУ ВО РГАТУ С. А. Нефедова;  
кандидат биологических наук, доцент кафедры ВСЭ, хирургии, акушерства и ВБЖ ФГБОУ ВО РГАТУ В. В. Кулаков.

Учебное пособие рассмотрено на заседании кафедры зоотехнии и биологии, протокол № 1 от «30» августа 2019 г.



Заведующий кафедрой И. Ю. Быстрова

Учебное пособие одобрено учебно-методической комиссией по направлению подготовки 06.03.01 Биология, протокол № 1 от «30» августа 2019 г.



Председатель учебно-методической комиссии О.А. Федосова



## СОДЕРЖАНИЕ

	с.
ВВЕДЕНИЕ.....	4
Часть I. ЦИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ.....	5
Тема 1. СТРОЕНИЕ ХРОМОСОМ.....	5
Тема 2. КАРИОТИП ЧЕЛОВЕКА.....	11
Тема 3. РАЗМНОЖЕНИЕ КЛЕТОК. МИТОЗ. МЕЙОЗ.....	15
Тема 4. ИЗУЧЕНИЕ МЕНДЕЛЕМ НАСЛЕДОВАНИЯ ПРИЗНАКОВ ГОРОХА. СТАТИСТИЧЕСКИЙ ХАРАКТЕР РАСЩЕПЛЕНИЯ.....	27
Часть II. ПРИНЦИПЫ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА.....	35
Тема 5. ПОЛНОЕ И НЕПОЛНОЕ ДОМИНИРОВАНИЕ. ТИПЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АЛЛЕЛЕЙ. МНОЖЕСТВЕННЫЕ АЛЛЕЛИ. НАСЛЕДОВАНИЕ ГРУПП КРОВИ.....	39
Часть III. НЕЗАВИСИМОЕ НАСЛЕДОВАНИЕ ПРИЗНАКОВ.....	46
Тема 6. ДИ- И ТРИГИБРИДНЫЕ СКРЕЩИВАНИЯ.....	47
Тема 7. НАСЛЕДОВАНИЕ ПРИЗНАКОВ, СЦЕПЛЕННЫХ С ПОЛОМ.....	53
Тема 8. АНАЛИЗ РОДОСЛОВНЫХ.....	57
Часть IV. СЦЕПЛЕННОЕ НАСЛЕДОВАНИЕ ПРИЗНАКОВ.....	64
Тема 9. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ХРОМОСОМНОЙ ТЕОРИИ.....	64
Тема 10. ЗАДАЧИ НА ВЫЯСНЕНИЕ ХАРАКТЕРА НАСЛЕДОВАНИЯ ПРИЗНАКОВ. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ СКРЕЩИВАНИЯ ПРИ СЦЕПЛЕНИИ ГЕНОВ.....	68
Часть V. ГЕНОТИП – СИСТЕМА ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ ГЕНОВ.....	72
Тема 11. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НЕАЛЛЕЛЬНЫХ ГЕНОВ.....	72
Часть VI. ЗАКОНОМЕРНОСТИ КЛАССИЧЕСКОЙ ГЕНЕТИКИ В ПОПУЛЯЦИЯХ .....	80
Тема 12. ГЕНЕТИКА ПАНМИКТИЧЕСКИХ ПОПУЛЯЦИЙ.....	80
Часть VII. ОСНОВЫ СЕЛЕКЦИИ.....	86
Тема 13. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ И СОВРЕМЕННЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ. РАБОТЫ Н. И. ВАВИЛОВА.....	86
Тема 14. МЕТОДЫ СЕЛЕКЦИИ ЖИВОТНЫХ И РАСТЕНИЙ.....	90
Часть VIII. ЭВОЛЮЦИОННОЕ УЧЕНИЕ.....	97
Тема 15. СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ОБ ОСНОВАХ ЭВОЛЮЦИОННОЙ ТЕОРИИ. РАЗВИТИЕ ЭВОЛЮЦИОННОГО УЧЕНИЯ Ч. ДАРВИНА.....	97
Занятие 16. МАКРОЭВОЛЮЦИЯ, ЕЁ ДОКАЗАТЕЛЬСТВА.....	101
Тема 17. ПРОИСХОЖДЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ.....	104
РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ.....	110
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	110

## ВВЕДЕНИЕ

*Цель* – сформировать у обучающихся систематизированные знания о закономерностях наследственности и изменчивости на базе современных достижений генетики, изучить подходы в эволюционной теории и основные закономерности эволюции организмов.

*Задачи:*

- изучить закономерности наследственности и изменчивости как фундаментальных свойств живого;
- изучить основы селекции и перспективы развития молекулярно-генетических методов;
- изучить теорию эволюции как основу современного эволюционного подхода к исследованию биологических процессов.

### **1. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы**

Б1.Б.18 «Генетика и эволюция» относится к базовой части учебных дисциплин Блока Б1 «Дисциплины (модули)». Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Генетика и эволюция» являются «Общая биология», «Ботаника» и «Зоология». «Генетика и эволюция» предшествует изучению таких дисциплин как: «Физиология животных», «Биология человека», «Биология размножения и развития».

*Область профессиональной деятельности:*

исследование живой природы и ее закономерностей, использование биологических систем в хозяйственных и медицинских целях, охрана природы.

*Объекты профессиональной деятельности:*

биологические системы различных уровней организации; процессы их жизнедеятельности и эволюции; биологические, биоинженерные, биомедицинские, природоохранные технологии, биологическая экспертиза и мониторинг, оценка и восстановление территориальных биоресурсов и природной среды.

*Виды профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники, освоившие программу бакалавриата:*

- научно-исследовательская;
- организационно-управленческая;
- информационно-биологическая.

# Часть I. ЦИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ

## Тема 1. СТРОЕНИЕ ХРОМОСОМ

### 1.1. История изучения хромосом

Термин *хромосома* (от греч. *chroma* – цвет, *soma* – тело) был предложен немецким морфологом В. Вальдейером в 1888 г. для названия внутриядерных структур клетки, которые хорошо окрашиваются основными красителями. Изучение поведения хромосом при митотическом и мейотическом делении клетки, при ее оплодотворении позволило выявить строго закономерные изменения их организации.

Особенности поведения хромосом в этих процессах четко коррелирует с поведением наследственных факторов, существование которых обосновал Г. Мендель в 1865 г. и позднее (1900 г.) подтвердили Г. де Фриз, К. Корренс и Э. Чермак (таблица 1).

Таблица 1 – Признаки сходства между наследственными факторами и хромосомами

Наследственные факторы (по Менделю)	Хромосомы
Дискретные материальные частицы	Дискретные структуры в ядрах клеток, число которых видоспецифично
Не смешиваются друг с другом; передаются от родителей потомкам в неизменном виде	Не смешиваются друг с другом, хотя и могут обмениваться участками в профазе мейоза. Число и форма хромосом в ядре постоянны в ряду поколений
Парные в соматических клетках	Парные в ядрах соматических клеток
Расходятся в половые клетки. Каждая гамета содержит по одному фактору признака	При мейозе расходятся в будущие гаметы, причем каждая гамета получает по одной хромосоме от каждой гомологичной пары
Факторы, определяющие развитие пары альтернативных признаков, расходятся в гаметы независимо друг от друга	Хромосомы разных гомологичных пар расходятся в гаметы независимо друг от друга

Факты параллелизма в поведении хромосом и наследственных факторов Менделя привели в 1902 г. немецкого цитолога и эмбриолога Т. Бовери и американского цитолога У. Сэттона к выводу о взаимосвязи наследственного материала с хромосомами. Американские генетики Т. Морган, К. Бриджес, А. Стертевант окончательно доказали, что хромосомы являются носителями наследственной информации. Ими установлен факт линейного расположения локусов генов в хромосоме, локализованы гены некоторых признаков в конкретных хромосомах, построены первые генетические карты хромосом.

## 1.2. Физико-химическая организация хромосом эукариотической клетки

Хромосомы состоят из ДНК и белков, которые образуют нуклеопротеиновый комплекс. На белки приходится около 65 % массы хромосом. Все белки хромосом разделяются на две группы: гистоны и негистоновые белки.

*Гистоны* – положительно заряженные *основные* белки. В хромосомах они представлены пятью видами: H1, H2A, H2B, H3, H4. Основные белки прочно соединяются с молекулой ДНК, чем препятствуют произвольному считыванию наследственной информации. Под действием ферментов и гормонов в строго определенных локусах и в строго определенные моменты времени эта связь может ослабевать. Начинается транскрипция соответствующих генов. В этом состоит регуляторная роль гистонов. Химические модификации гистонов – один из механизмов эпигенетической наследственности, интенсивно изучаемой в настоящее время. Другая функция гистонов – структурная: именно они обеспечивают пространственную организацию ДНК в хромосомах.

*Негистоновые белки* хромосом более разнообразны, их свыше 100 типов. Среди них – многочисленные ферменты, обеспечивающие транскрипцию, редупликацию и репарацию ДНК и РНК. Некоторые кислые белки выполняют структурную и регуляторную роль.

В хромосомах всегда обнаруживаются также РНК, липиды, полисахариды, ионы металлов. Негистоновые белки, РНК, липиды, полисахариды и ионы металлов составляют несколько процентов массы хромосом. Главные же компоненты – гистоны и ДНК – присутствуют в хромосомах примерно в равном массовом соотношении.

В зависимости от периода и фазы клеточного цикла меняется строение хромосом. В *интерфазе* (периоде между двумя последовательными делениями) они образуют зернистые ядерные структуры, которые окрашиваются основными красителями. Сборное название этих структур – *хроматин* (рисунок 1).



Рисунок 1 – Глыбки хроматина в интерфазном ядре клетки печени крысы (x 9600)  
(Н. Грин, У. Стаут, Д. Тейлор, 1900).

При переходе клетки к митозу, особенно в метафазе, хроматин приобретает вид хорошо различимых отдельных образований, которые обычно и называют хромосомами.

Интерфазная и метафазная формы – два варианта структурной организации хромосом. В основе обеих форм лежит одна и та же элементарная нитчатая структура, имеющая несколько уровней спирализации. Диаметр двойной спирали ДНК равен 2 нм, диаметр нитчатой структуры интерфазного хроматина равен 100 – 200 нм, а диаметр одной из сестринских хроматид метафазной хромосомы – 500 – 600 нм. Длина же нитей ДНК, находящихся во всех хромосомах одного ядра, огромна. Например, суммарная длина ДНК всех 46 хромосом одного ядра клетки человека равна 180 см. Отсюда ясно, что нить ДНК должна иметь несколько уровней спирализации (таблица 2).

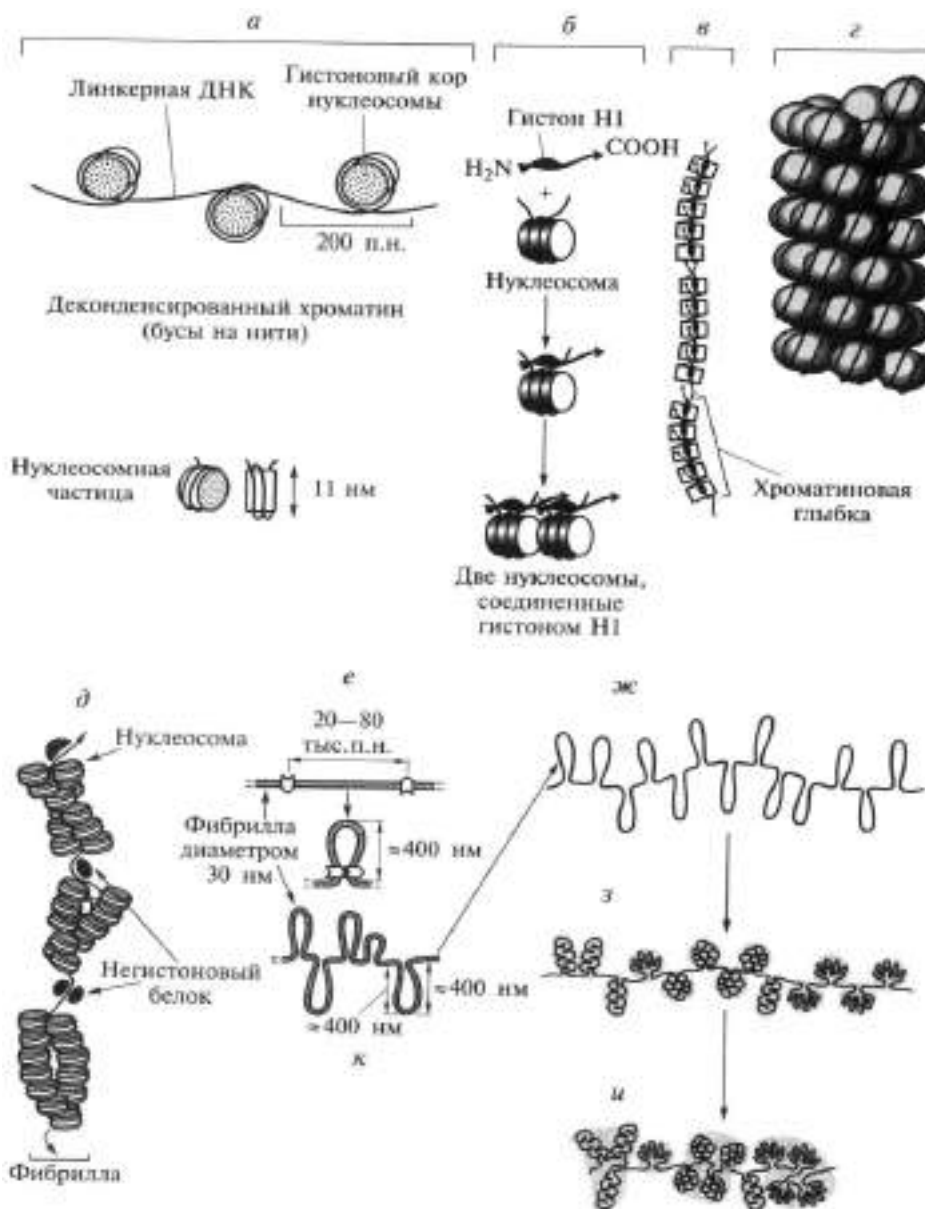
*Нуклеосомная нить* – уровень организации хроматина, обеспечивается четырьмя видами нуклеосомных гистонов: Н2А, Н2В, Н3, Н4. Они образуют *кору* – белковые тела, напоминающие по форме шайбу (рисунок 2, а). Каждый кор состоит из восьми молекул гистонов (по две молекулы Н2А, Н2В, Н3, Н4). Молекула ДНК спирально накручена на каждый кор. С каждым кором связан участок ДНК из 146 пар нуклеотидов (п. н.). Свободные от контакта с кора́ми участки ДНК называются *связующими*, или *линкерными*. Их длина составляет 15 – 100 п.н. (в среднем – по 60 п.н.) в зависимости от типа клетки. Отрезок ДНК длиной около 200 п. н. вместе с кором образует *нуклеосому*. Таким образом, нуклеосомная нить представляет собой цепочку повторяющихся субъединиц – нуклеосом. Например, геном человека, содержащий  $3 \cdot 10^9$  п. н., представлен двойной спиралью ДНК, упакованной в  $1,5 \cdot 10^7$  нуклеосом. В результате нуклеосомной организации хроматина длина всей ДНК генома уменьшается в 7 раз.

Таблица 2 – Последовательные уровни компактизации хроматина в хромосоме

Уровни компактизации хроматина	Степень укорочения ДНК по сравнению с		Диаметр, нм
	предшествующей структурой	деспирализованной структурой	
Деспирализованная ДНК	1	1	1-2
Нуклеосомная нить	7	7	10
Элементарная фибрилла	6	42	20-30
Интерфазная хромонема	40	1600	100-200
Метафазная хроматида	5	8000	500-600

Вдоль нуклеосомной нити, напоминающей цепочку бус, расположены области ДНК длиной несколько тысяч пар нуклеотидов, свободные от белковых тел. Они играют роль в дальнейшей упаковке хроматина. В них имеются нуклеотидные последовательности, специфически узнаваемые различными негистоновыми белками.

Дальнейшая компактизация генома обеспечивается гистоном Н1. Его молекулы соединены с линкерной ДНК и двумя соседними корами (рисунок 2, б). Гистон Н1 сближает соседние коры друг с другом. Цепочка соединенных таким образом коров сама спирально закручена в соленоид (рисунок 2, г). Такая хроматиновая структура называется *элементарной хроматиновой фибриллой*. Ее диаметр 20 – 30 нм. Она обеспечивает укорочение хроматина еще в 6 раз по сравнению с нуклеосомной нитью.



а – нуклеосомы в деконденсированном хроматине; б – соединение нуклеосом с помощью гистона Н1 и образование хроматиновой нити (в); г – соленоид; д – хроматиновая фибрилла; е, ж, з, к – образование петель и глыбок хроматина (и) (В. И. Никольский, 2012).

Рисунок 2 – Схема строения хромосомы.

*Интерфазная хромонема* – следующий уровень структурной организации генетического материала. Он обеспечивается укладкой хроматиновой фибриллы в петли. В их образовании принимают участие негистоновые белки, способные опознавать специфические нуклеотидные последовательности вне нуклеосомной ДНК,

удаленные друг от друга на несколько тысяч пар нуклеотидов. Эти белки сближают указанные участки, благодаря чему расположенные между ними фрагменты хроматиновой фибриллы образуют петли (рисунок 2, д, е, ж, к).

Каждая петля содержит от 20 000 до 80000 п. н. Имеются гипотезы о том, что каждая петля является функциональной единицей генома (т.е. содержит один ген вместе с регуляторными последовательностями). В результате образования петель хроматиновая фибрилла укорачивается примерно в 40 раз и преобразуется в структуру диаметром 100 – 200 нм, называемую *интерфазной хромонемой*.

Отдельные участки интерфазной хромонемы образуют структурные блоки, включающие соседние петли с одинаковой организацией (рисунок 2, и). Они выявляются в интерфазном ядре в виде *глыбок хроматина*.

Неодинаковая компактизация разных участков интерфазных хромосом имеет большое функциональное значение. Выделяют *эухроматиновые* участки, отличающиеся меньшей плотностью (только в этих участках происходит транскрипция) и *гетерохроматиновые*, характеризующиеся плотной упаковкой хроматина. В их пределах транскрипция не происходит.

Различают *конститутивный* и *факультативный гетерохроматин*. Конститутивный гетерохроматин содержит ДНК, которая никогда не транскрибируется. Он сосредоточен в околоцентромерных участках всех хромосом, а также в некоторых других фрагментах отдельных хромосом. В частности, Y-хромосома животных почти целиком состоит из конститутивного гетерохроматина. В составе факультативного гетерохроматина транскрипция ДНК регулируется. Участки хромосом с факультативным гетерохроматином способны менять свое структурное и функциональное состояние. Это один из способов включения и выключения отдельных участков генома. Примером факультативного гетерохроматина является половой хроматин – плотно компактизованная одна из X-хромосом в ядрах клеток гомогаметного пола животных (так называемое тельце Барра). Гены обеих X-хромосом одновременно транскрибируются только на ранних этапах эмбрионального развития. Позднее одна из X-хромосом инактивируется.

Перечисленные уровни структурной организации хроматина свойственны неделящейся (интерфазной) клетке, когда хромосомы еще не полностью компактизованы и под световым микроскопом невидимы. Лишь участки с более высокой плотностью упаковки выявляются в ядрах в виде хроматиновых глыбок.



Рисунок 3 – Модель метафазной хромосомы (В. И. Никольский, 2012)

Максимальная компактизация происходит при переходе клетки к митозу или мейозу и сопровождается суперспирализацией хроматина. Хромосомы становятся хорошо видимыми. Этот процесс начинается в профазе и достигает максимального выражения в метафазе (рисунок3). Суперспирализация хромосом в митозе необходима для расхождения хромосом к полюсам митотического веретена в анафазе митоза и мейоза.

### Задания

1. Изучите теоретический материал (подразделения 1.1 и 1.2).
2. Заполните таблицу терминов и понятий:

Термины и понятия	Определение, описание
Хромосома	
Хроматида	
Группа сцепления	
Локус	
Гистоны	
Хроматин	
Гетерохроматин	
Эухроматин	
Нуклеосома	

### Вопросы и задания для самоконтроля:

1. Строение клетки и функции ее органоидов.
2. Хромосомы – материальная основа наследственности.
3. Кариотип, видовое постоянство числа, величины и формы хромосом, парность и диплоидный набор хромосом.
4. Состав хромосом – белки и ДНК. Способы упаковки ДНК в хромосому.
5. Почему в начале XX в. хромосомы стали отождествлять с наследственными факторами?
6. Что означает понятие «группа сцепления»? Сколько групп сцепления у человека, гороха, дрозофилы?
7. Какие функции выполняют гистоны и негистоновые белки?
8. Чем отличаются друг от друга конститутивный и факультативный гетерохроматины?



## Тема 2. КАРИОТИП ЧЕЛОВЕКА

### 2.1. Базовые понятия

Одно из главных направлений классической и современной генетики – изучение хромосомных наборов (кариотипов) различных видов организмов. Сравнительный анализ кариотипов используется в систематике растений и животных. Определение частоты нарушений расхождения хромосом лежит в основе некоторых тестов на мутагенность. Центральным объектом цитогенетики является человек, для которого четко установлена взаимосвязь некоторых серьезных заболеваний с нарушениями в хромосомном наборе. Поэтому дородовой анализ хромосомного набора эмбрионов человека стал одним из главных методов в медико-генетических диагностических центрах.

Попытки подсчитать число хромосом в кариотипе человека проводились с конца XIX в., однако из-за несовершенства методов обработки препаратов и большого числа хромосом точно определить это число долго не удавалось. До 1956 г. считалось, что у человека в ядрах соматических клеток содержится 48 хромосом. Этот результат был получен в 1921 г. довольно авторитетным цитогенетиком Т. Пейнтером (именно столько – 48 хромосом – содержится в ядрах клеток всех человекообразных обезьян).

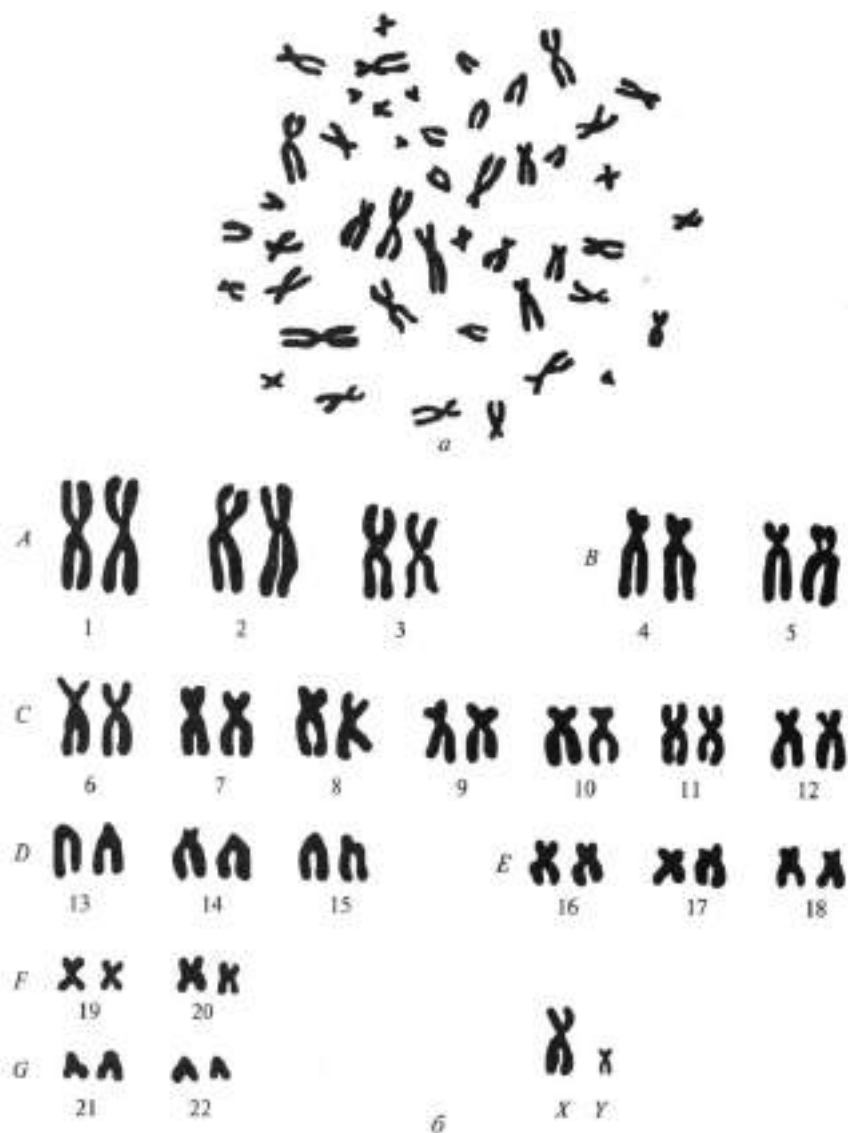
Дальнейший прогресс в цитогенетике связан с разработкой новых методов исследований. Это прежде всего предварительная обработка клеток гипотоническими растворами, которая приводит к набуханию клетки и, как следствие, к большему отделению хромосом друг от друга. Второй прием – обработка делящихся клеток слабым раствором алкалоида колхицина, который останавливает деление на стадии метафазы митоза и мейоза. Этот прием увеличивает число метафаз, пригодных для подсчета хромосом, а также способствует равномерному распределению хромосом по объему клетки (рисунок 4, а). Третий прием – культивирование клеток.

В 1956 г. в печати появилась совместная статья молодого индонезийца Д. Тио и известного шведского цитолога А. Левана, в которой констатировалось, что в подавляющем большинстве исследованных метафаз мейоза I в клетках ткани семенников человека содержится 23 пары хромосом. В этой работе использовались клетки, обработанные гипотоническим раствором и колхицином.

После 1956 г. работы с использованием новых методов резко интенсифицировались. В 1959 г. французские ученые Ж. Лежен, Р. Тюрпен и М. Готье обнаружили у детей с болезнью Дауна лишнюю хромосому, Ч. Форд, П. Джекобе и Дж. Стронг в том же году установили кариотип XXV при синдроме Кляйнфельтера и XO – при синдроме Тернера. В 1960 г. К. Патау и Дж. Эдварде описали трисомии по 13-й и 18-й хромосомам при исследовании новорожденных с резко выраженными

аномалиями развития. В 1963 г. Лежен описал первый синдром, обусловленный делецией участка хромосомы – синдром «кошачьего крика».

Так в генетике человека появилось новое направление – выявление и изучение хромосомных болезней. Познакомимся с основными группами методов окрашивания, идентификации и описания хромосом.



а – метафазная пластинка (вид с полюса клетки в световой микроскоп);

б – идиограмма (В. И. Никольский, 2012).

Рисунок 4 – Хромосомы человека при сплошном окрашивании.

## 2.2. Методы окрашивания и классификации хромосом человека

В 1959 – 1960 гг. остро встал вопрос об унификации описания хромосом человека. Это было необходимо для того, чтобы ученые разных стран могли сопоставлять результаты своих исследований. До конца 1960-х гг. в цитогенетике использовались методы так называемого сплошного окрашивания хромосом. На препаратах хромосомы выглядели как сплошные темно-окрашенные образования с неразличимой внутренней структурой, поэтому четко можно было различить только те хро-

мосомы, которые заметно отличаются по длине и (или) по положению первичной перетяжки – центромеры (рисунок 4, а, б).

По положению центромеры стали выделять равноплечие (*метацентрические*), неравноплечие (*субметацентрические*), резко неравноплечие (*acroцентрические*, или *телоцентрические*) хромосомы. Положение центромеры характеризуется *центромерным индексом* – отношением длины короткого плеча хромосомы к общей ее длине.

На конференции в г. Денвере (США) (1960 г.) была выработана единая классификация хромосом человека (денверская классификация). Для использования этой классификации строится *идиограмма (кариограмма)* хромосом. На ней изображения хромосом (вырезанные из микрофотографии метафазной пластинки) располагают слева направо по порядку уменьшения длины, короткими плечами (обозначаются буквой *p*) вверх. Если некоторые хромосомы достоверно неразличимы по длине, то их изображения располагают слева направо по порядку уменьшения центромерного индекса (рисунок 4, б).

Сплошное окрашивание и принятая в 1960 г. классификация позволяют различать 7 групп хромосом на кариограмме человека. Их обозначают буквами латинского алфавита от *A* до *G*. Но не в каждой группе можно достоверно различить все хромосомы. Однозначно идентифицируются самые длинные хромосомы (группа *A*). В группе *E* надежно выявляется 16-я хромосома, на препаратах высокого качества – хромосомы 17 и 18. Обычно легко определяется *Y*-хромосома. Она немного длиннее 21-й и 22-й хромосом, и ее хроматиды лежат почти параллельно друг другу, в отличие от широко раздвинутых хроматид 21-й и 22-й хромосом. Все остальные хромосомы внутри групп *B*, *C* (включая *X*-хромосому), *D*, *F*, *G* неразличимы.

Принципами денверской классификации цитогенетики пользовались до 1971 г., когда на IV Международном конгрессе по генетике человека в Париже была предложена новая классификация, основанная на *дифференциальном окрашивании* хромосом.

В 1968 г. шведский ученый Т. Касперссон обнаружил, что при окрашивании хромосом флуоресцентным красителем акрихинипритом флуоресценция по длине хромосомы распределяется не равномерно, а в виде сегментов. На повторных препаратах расположение этих сегментов вдоль одной и той же хромосомы стабильно повторялось. Затем была модифицирована стандартная методика окраски хромосом с помощью широко распространенного в цитогенетике красителя Гимза, которая давала такую же, как при флуоресцентном окрашивании, картину расположения сегментов. Эта методика, более удобная, чем флуоресцентный метод, получила название *G-окрашивание* (или *G-метод*) в отличие от флуоресцентного *Q-окрашивания*. Другими учеными были разработаны дифференциальные методы окрашивания прицентромерных участков хромосом (*C-окрашивание*).

На Парижском конгрессе в 1971 г. полученные результаты были сопоставлены. Оказалось, что все методы выявляют одни и те же структуры, расположенные вдоль хромосомы, но каждый из них более или менее специфичен для определенных хромосомных сегментов. Различные типы сегментов называют по методам, с помощью которых они выявляются наиболее отчетливо. Эти методы разрабатывались учеными многих стран, в том числе, российскими. Особенно большой вклад в разработку методики внес А. Ф. Захаров.

Первые методы дифференциального окрашивания выявляли в 23 хромосомах гаплоидного набора человека около 250 различных сегментов. Это позволяло идентифицировать каждую отдельную хромосому в наборе, а также обнаруживать крупные перестройки хромосом. Однако для решения более тонких вопросов (выявления небольших aberrаций хромосом) этого оказалось недостаточно. Поэтому были разработаны методы дифференциального окрашивания хромосом не в метафазе, а в прометафазе, когда хромосомы еще не полностью спирализованы и отдельные сегменты расположены дальше друг от друга, чем в метафазе. В настоящее время в гаплоидном хромосомном наборе человека удастся идентифицировать более 1 800 отдельных фрагментов (рисунок 5).

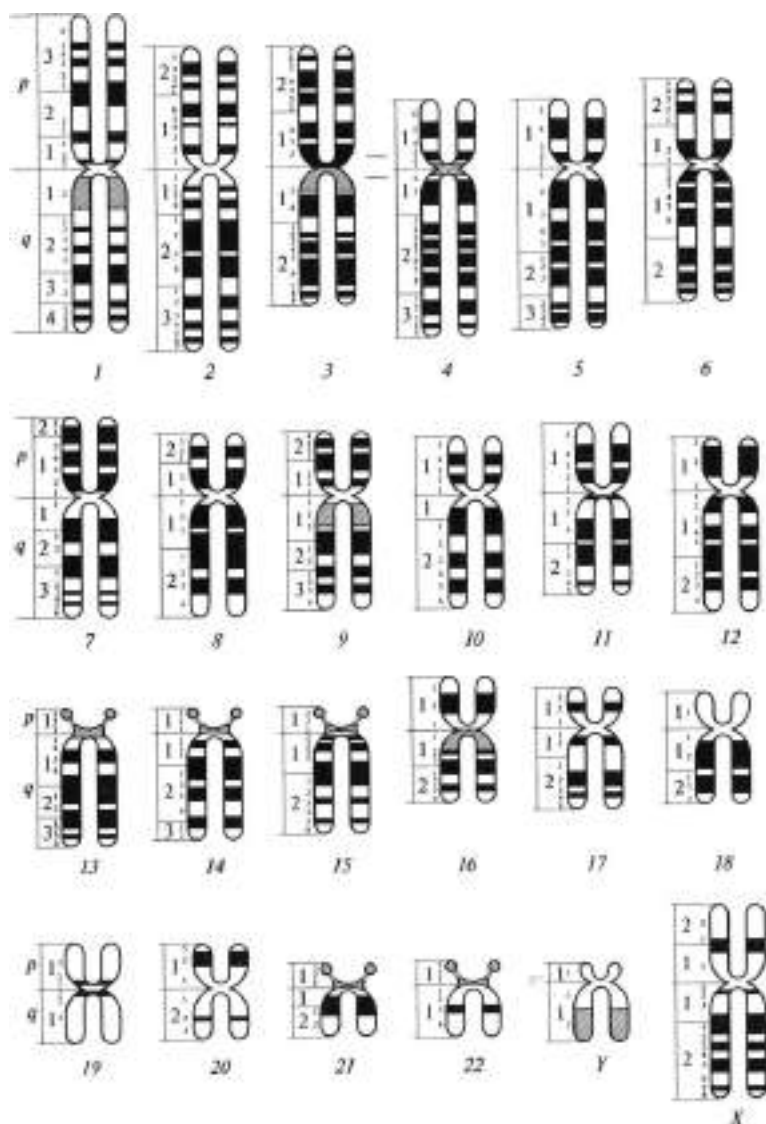


Рисунок 5 – Идеализированная кариограмма хромосом при дифференцированном окрашивании (G-метод) (В. И. Никольский, 2012).

### 2.3. Построение кариограммы хромосом человека

#### *Ход работы*

1. Из ксерокопии метафазной пластинки, выданной преподавателем, вырежьте прямоугольники с изображениями хромосом.
2. Разместите вырезанные хромосомы по проведенным в тетради линиям (как на рисунок 4, б). После проверки преподавателем приклейте изображения хромосом, подпишите группы и номера хромосом.
3. Определите, имеется ли аномалия кариотипа, и опишите соответствующий синдром, пользуясь дополнительной литературой.

#### **Задания**

1. Прочитайте теоретический материал (подразделения 2.1 и 2.2).
2. Используя словарь терминов, а также учебники и другие источники, составьте таблицу терминов и понятий:

Термины и понятия	Определение, описание
Кариотип	
Геномные мутации	
Автополиплоидия	
Аллополиплоидия	
Анеуплоидия	
Центромерный индекс	

3. Используя конспекты лекций и материалы учебников, опишите причины нарушения мейоза у авто- и аллополиплоидов.
4. Постройте в тетради кариограмму человека (см. задания в подразделение 2.3).

#### **Вопросы и задания для самоконтроля:**

1. В чем состоит преимущество дифференциального окрашивания хромосом перед сплошным?
2. Пользуясь учебником и другими источниками, ответьте на вопрос: какие геномные мутации (кроме анеуплоидии) существуют у других видов организмов (не человека)? Дайте им определения.

## **Тема 3. РАЗМНОЖЕНИЕ КЛЕТОК. МИТОЗ. МЕЙОЗ**

### **3.1. Клеточный цикл**

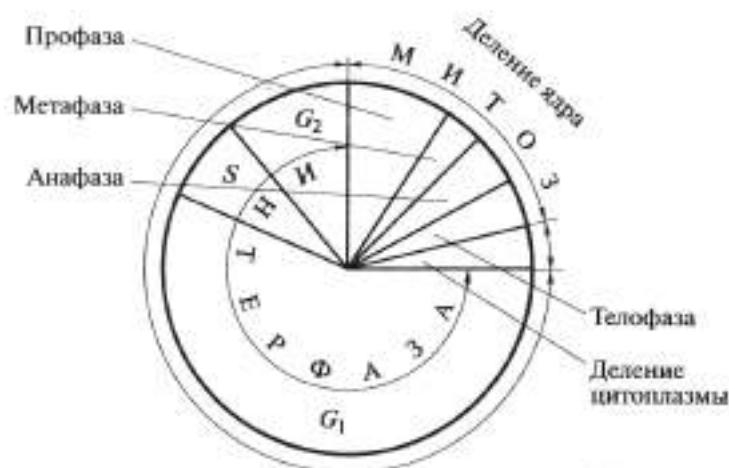
В конце XIX в. были описаны основные этапы деления соматических клеток, получившего название *митоз* (от греч. *mitos* – нить). Оказалось, что хромосомы, расходящиеся к полюсам клетки в анафазе, до мельчайших деталей повторяют строение хромосом материнской клетки. Именно *равномерное распределение хромосом между дочерними клетками* является главным событием при митотическом делении.

Для того чтобы в ряду клеточных поколений сохранялось и строго поддерживалось количество ядерного содержимого, делению обязательно должно предшествовать удвоение хромосом. Поэтому митоз составляет единое целое с периодом, во время которого происходит удвоение генетического материала.

Таким образом, митоз – это способ деления эукариотических клеток, при котором каждая из двух вновь возникающих клеток получает генетический материал, идентичный исходной клетке.

Период между двумя делениями называется *интерфазой*. Это название появилось в XIX в., когда о деятельности клеток могли судить только по изменениям их морфологии, а единственным инструментом исследования был световой микроскоп. Поскольку заметные морфологические изменения клеток происходили во время деления, то к ним и было приковано внимание биологов, а период между делениями получил название *промежуточного*, или *фазы покоя*. Интерфаза вместе с митозом образуют клеточный, или митотический, цикл (рисунок 6). В интерфазе происходят важнейшие события клеточной жизни, в частности удвоение хромосом. Интерфазу подразделяют на три периода: пресинтетический, синтетический и постсинтетический.

*Пресинтетический период (G<sub>1</sub>)* (англ. *gap* – интервал) – самый длительный период, следует непосредственно за делением. В клетках эукариот он продолжается от 10 ч до нескольких суток. В это время происходит подготовка клетки к удвоению хромосом: синтезируются РНК и различные белки, в частности, необходимые для образования предшественников ДНК. Увеличиваются число рибосом и поверхность шероховатой эндоплазматической сети, число митохондрий. Все это приводит к тому, что клетка интенсивно растет.



В *синтетическом периоде* (S) продолжается синтез РНК и белков и одновременно происходит удвоение каждой хромосомы – построение второй хроматиды, в основе которого лежит репликация ДНК. Вновь синтезированная ДНК сразу же соединяется с хромосомными белками. Синтез ДНК продолжается несколько часов, обычно 6-10. После его окончания каждая хромосома оказывается удвоенной, т. е. состоит из двух *сестринских хроматид*. В генетическом отношении хроматиды полностью идентичны друг другу. ДНК каждой хроматиды состоит из одной материнской и второй, вновь синтезированной цепи. Сестринские хроматиды тесно сближены и соединены в *центромерном* районе хромосомы, который обеспечивает ее движение при делении клетки.

*Постсинтетический период* ( $G_2$ ) наступает после удвоения хромосом. Клетка готовится к делению: синтезируются белки микротрубочек, формирующие веретено деления, запасается энергия. Продолжительность  $G_2$ -периода меньше, чем  $G_1$ -периода, и составляет обычно 3 – 6 ч.

Продолжительность клеточного цикла значительно отличается в разных тканях одного и того же организма. Эпителиальные клетки мыши в двенадцатиперстной кишке делятся через каждые 11 ч, в тощей кишке – примерно через 19 ч, в роговице глаза – через 3 суток, а в кожном эпителии от деления до деления проходит больше 24 суток. Время, которое клетка тратит непосредственно на деление, составляет обычно 1 – 3 ч (эмбриональные митозы много короче). Таким образом, основную часть жизни клетки находятся в интерфазе.

Если содержание ДНК в гаплоидном наборе хромосом обозначить буквой  $c$ , то сразу после деления в диплоидной клетке содержится  $2c$  ДНК, а по окончании синтетического периода –  $4c$ .

Удвоение ДНК в митохондриях и хлоропластах происходит независимо от синтеза ядерной ДНК и может не совпадать по времени с S-периодом.

### 3.2. Митоз

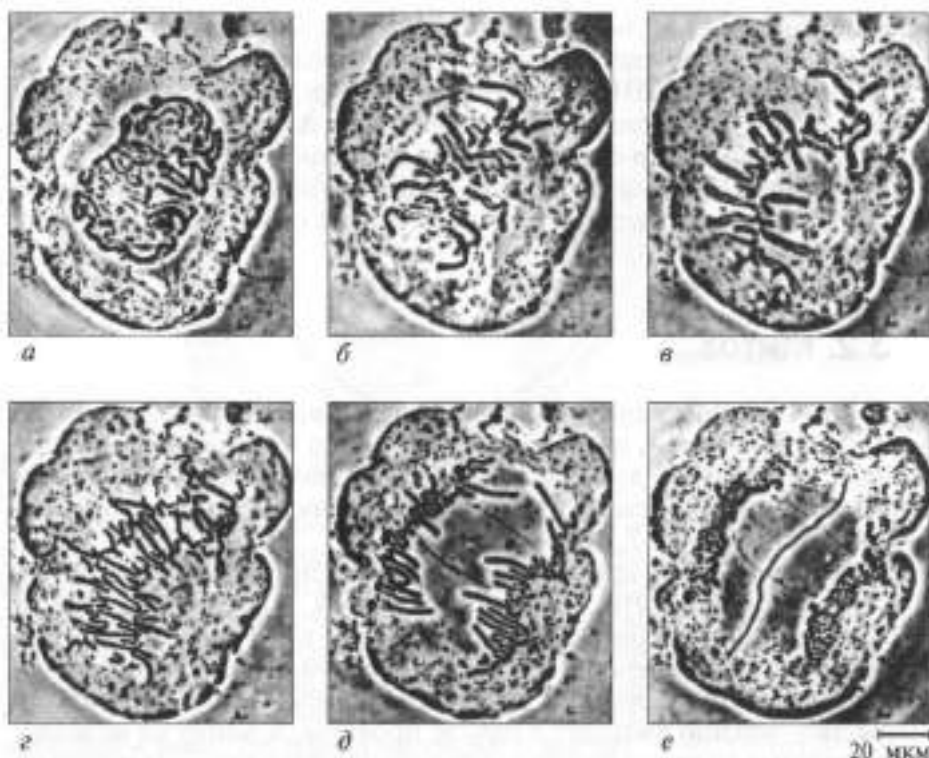
В интерфазном ядре хромосомы представлены клубком тонких хроматиновых нитей, различимых только под электронным микроскопом. Их длина в десятки и даже сотни раз превышает диаметр ядра. Митоз начинается с укорочения хромосом и проходит в несколько этапов (рисунок 7, 8).

В начале *профазы* при световой микроскопии можно увидеть тонкие хроматиновые нити, спутанные в клубок, в котором отдельные хромосомы не различимы. К концу профазы нити значительно укорачиваются и одновременно утолщаются, при этом некоторые хромосомы, особенно короткие, можно различить среди общей массы. Ядрышко, хорошо видимое в начале профазы, к концу ее исчезает. В цитоплазме во время профазы образуются нити веретена и формируются два полюса деления.

Профаза заканчивается исчезновением ядерной оболочки, и хромосомы оказываются в цитоплазме.

Наступает *прометафаза*. К центромерным районам прикрепляются микротрубочки веретена деления, и хромосомы начинают двигаться. К центромере каждой хромосомы прикрепляются нити веретена с обоих полюсов, поэтому хромосома движется до тех пор, пока не займет центральное положение в клетке – в ее экваториальной плоскости. Тот короткий период, когда все хромосомы расположены в этой плоскости, называется *метафазой*, а видимое в поле микроскопа изображение хромосом – метафазной пластинкой (рисунок 4, а). Хорошо видно, что каждая хромосома состоит из двух сестринских хроматид, слегка отошедших друг от друга по длине хромосомы, но соединенных в центромерном районе. На этой стадии хромосомы хорошо различаются по размерам и расположению центромеры. Можно считать число хромосом в клетке (таблица 3).

Стадия метафазы очень короткая. Сразу же после выстраивания хромосом в центре клетки центромерные районы сестринских хроматид разъединяются, и они становятся независимыми одна от другой. Начинается *анафаза*, во время которой сестринские хроматиды становятся самостоятельными хромосомами и расходятся к полюсам. Движение хромосом, как и в прометафазе, обеспечивается взаимодействием центромерных районов хромосом с микротрубочками веретена.



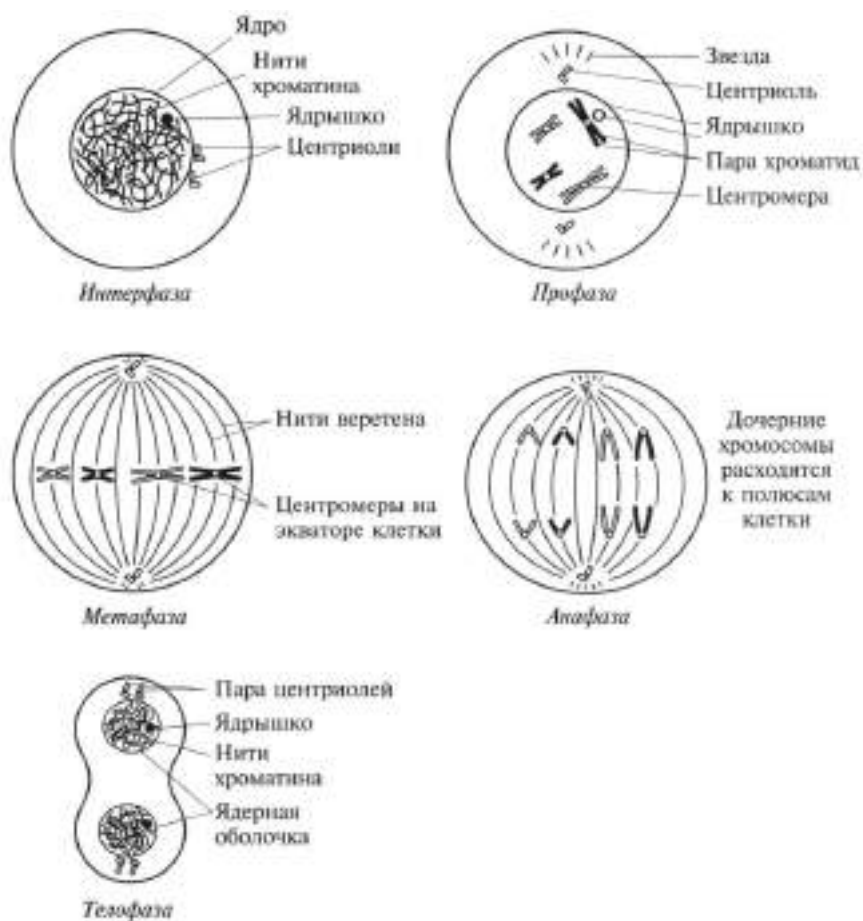
а – поздняя профаза (хромосомы конденсированы, вокруг ядра появилась светлая зона); б – прометафаза (оболочка ядра исчезла, хромосомы начали перемещаться к экватору клетки); в – метафаза (центромеры хромосом расположены в экваториальной плоскости клетки); г – ранняя анафаза (хроматиды начали движение к полюсам клетки); д – поздняя анафаза; е – телофаза и цитокинез одновременно (начало формирования двух дочерних ядер на полюсах и клеточной пластинки)

(П. Рейвн, Р. Эверт, С.Айкхорн, 1990).



Рисунок 7 – Фотографии некоторых фаз митоза в клетках растения хемантуса (*Haemanthus katherinae*).

За анафазой следует **телофаза** – вокруг собранных у полюсов хромосом формируются ядерные оболочки. Хромосомы претерпевают изменения: из компактных они превращаются в тонкие и длинные, неразличимые под микроскопом. Образуются ядрышки. Телофаза заканчивается разделением цитоплазмы – *цитокинезом*, и на месте материнской клетки возникают две дочерние.



**Профаза.** Хромосомы укорачиваются (до 4 % первоначальной длины) и утолщаются в результате спирализации и конденсации. В клетках животных и низших растений центриоли расходятся к противоположным полюсам. От каждой центриоли в виде лучей расходятся короткие микротрубочки, образующие в совокупности звезду. Ядрышки исчезают. К концу профазы ядерная мембрана распадается и образуется веретено деления. **Метафаза.** Хроматиды прикрепляются центромерами к нитям веретена (микротрубочкам) и перемещаются вверх-вниз по веретену до тех пор, пока их центромеры не выстроятся по экватору клетки. **Анафаза.** Очень короткая фаза. Центромеры разделяются на две. Нити веретена оттягивают дочерние центромеры к противоположным полюсам вместе с разделившимися хроматидами – уже самостоятельными хромосомами. **Телофаза.** Хромосомы достигают полюсов клетки, деспирализуются, удлинняются, и их уже нельзя четко различить. Нити веретена разрушаются, а центриоли реплицируются. Вокруг хромосом на каждом из полюсов образуется ядерная оболочка. Появляется ядрышко. За телофазой может сразу следовать цитокинез (разделение всей клетки на две) (Н. Грин, У. Стаут, Д. Тейлор, 1990).

Рисунок 8 – Схемы фаз митоза.

Разделение цитоплазмы у растений и животных происходит по-разному. В растительных клетках, в их экваториальной плоскости, строится клеточная стенка, разделяющая материнскую клетку на две дочерние. Животные клетки благодаря эластичности клеточной мембраны делятся перешнуровкой материнской клетки. Органеллы цитоплазмы более или менее равномерно распределяются между дочерними клетками.

Все события митоза связаны с преобразованиями хромосом. Главным результатом митоза является точное воспроизводство генетического материала. Механизм митотического деления обеспечивает *правильное распределение предварительно удвоенных хромосом между дочерними клетками.*

Таблица 3 – Число хромосом в соматических клетках некоторых животных и растений

Вид	Число хромосом	Вид	Число хромосом
Собака	78	Картофель	48
Шимпанзе	48	Мягкая пшеница	42
Человек	46	Томат	24
Свинья	40	Кукурузу	20
Кошка	38	Рожь	14
Дрозофила	8	Конские бобы	12
Лошадиная аскарида	2	Скерда кровельная	8

### 3.3. Половое размножение. Мейоз

При половом способе размножения потомок имеет, как правило, двух родителей. Каждый из родителей производит половые клетки – *гаметы*. Гаметы содержат половинный (*гаплоидный*) набор хромосом. Слияние двух гамет приводит к возникновению *зиготы*. Число хромосом в клетке зиготы и всех ее потомков *диплоидное*. В диплоидном наборе каждая хромосома имеет себе *парную*, или *гомологичную*, хромосому. Одна из гомологичных хромосом происходит от отца, другая – от матери.

Гаплоидные клетки (гаметы) образуются из диплоидных в результате специального процесса деления клеток *мейоза* (от греч. meiosis – уменьшение).

Мейоз протекает сходно у всех организмов. Он состоит из двух последовательных делений (рисунок 9, 10, 11), причем репликация ДНК предшествует только первому делению. В процесс мейоза, как и митоза, вовлекаются хромосомы, состоящие из двух сестринских хроматид. Но хромосомы после предмейотической интерфазы немного отличаются от хромосом, вступающих в митоз. Отличие состоит в том, что хромосомные белки синтезированы не полностью и репликация ДНК не закончена: в отдельных участках хромосом ДНК осталась недореплицированной. Такой ДНК немного, всего несколько тысячных долей. Этих отличий в составе хромосом достаточно, чтобы их поведение в первой профазе мейоза отличалось от поведения в митотической профазе.

*Первая профаза мейоза* (рисунок 10) – сложно организованная стадия: в ней происходят процессы, большая часть которых не имеет аналогов в профазе митоза. Мейотическая профазы I подразделяется на лептотену, зиготену, пахитену, диплотену и диакинез.

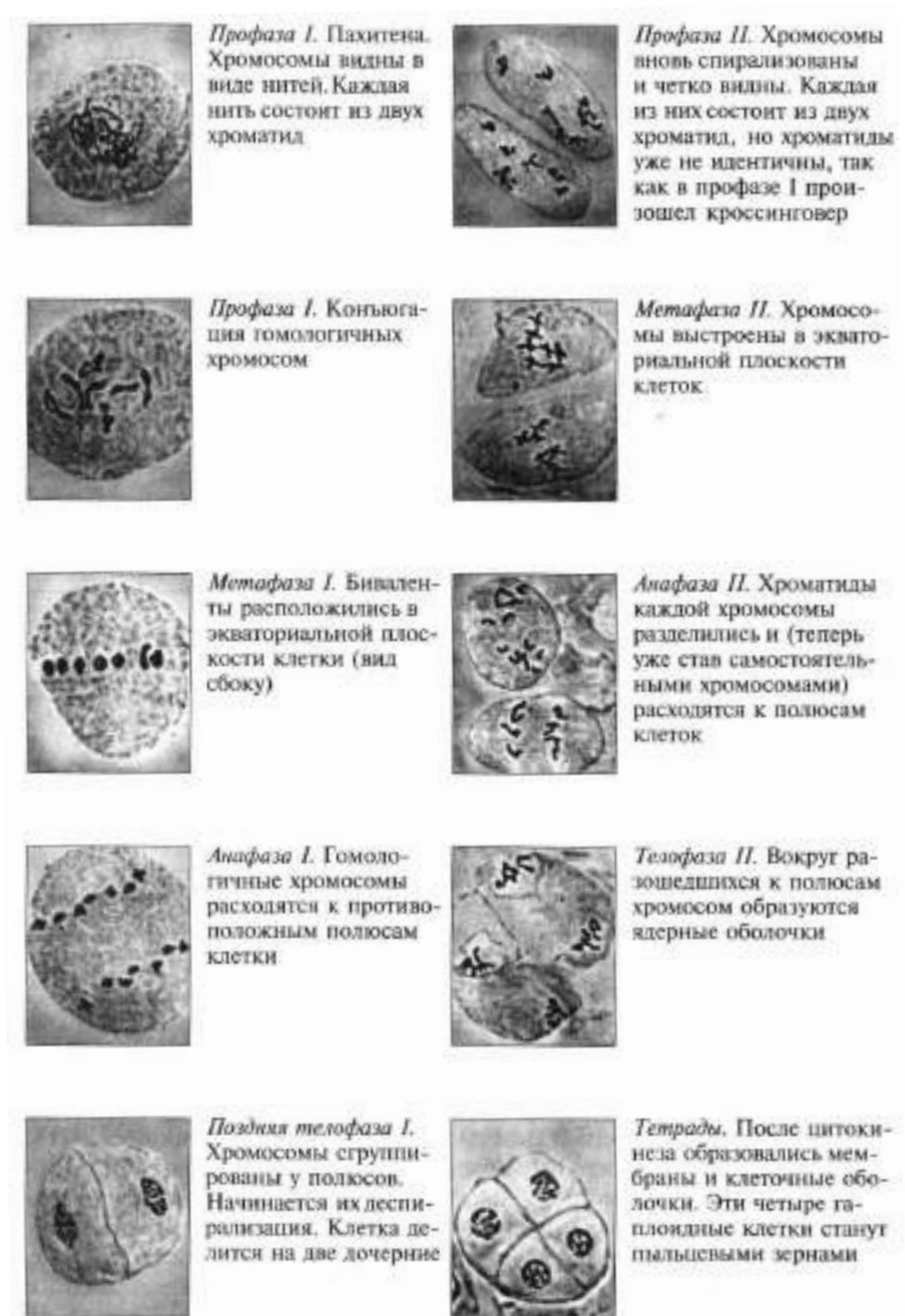


Рисунок 9 – Фотографии некоторых фаз мейоза у растений семейства лилейные (*Lilium*) (П. Рейвн, Р. Эверт, С. Айкхорн, 1900).

Вступив в I профазу мейоза, хромосомы начинают конденсироваться и становятся видимыми при световой микроскопии. Это стадия тонких нитей – *лептотена*.

Затем гомологичные хромосомы начинают объединяться друг с другом – *конъюгировать*. В это время заканчивается репликация ДНК, которая была недо-реплицирована накануне мейоза. Если ее репликацию подавить с помощью ингибиторов, то конъюгации гомологов не произойдет и нормальный ход мейоза будет нарушен.

Стадия, в которой процесс объединения гомологичных хромосом закончен, называется *зиготеной*. Зиготена продолжается от нескольких часов до нескольких суток (у разных организмов по-разному). После завершения конъюгации в ядре можно наблюдать *гаплоидное число* хромосомных пар – *бивалентов*.

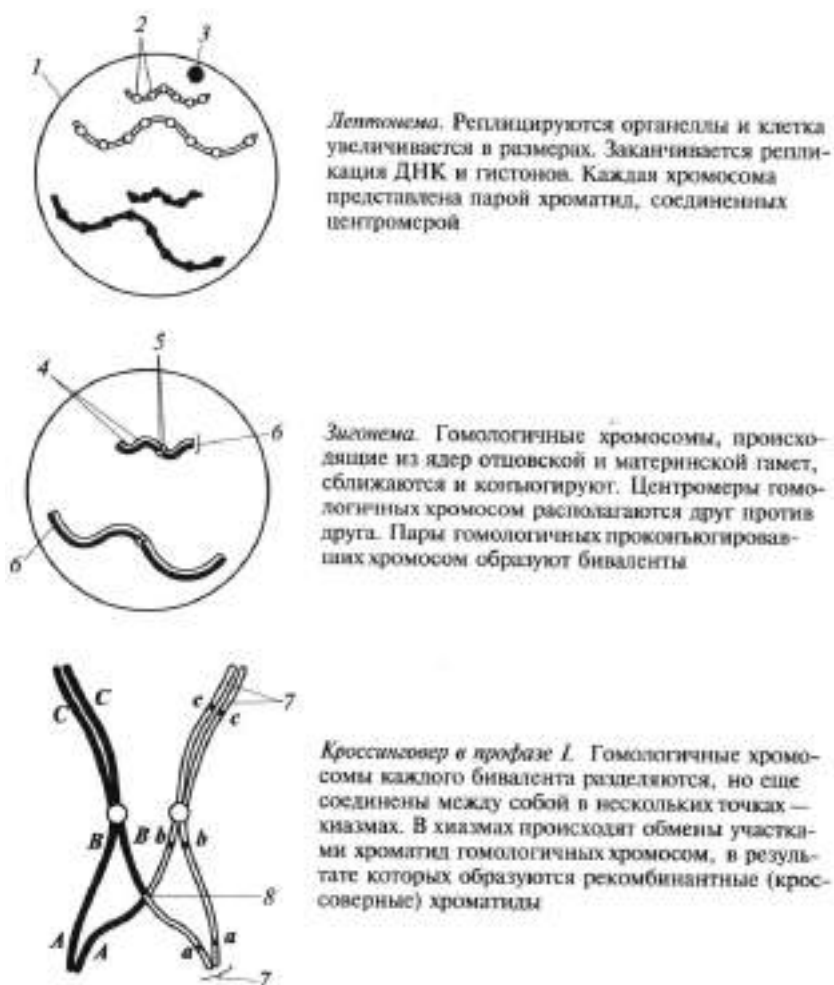
Начинается *пахитена* – стадия толстых нитей. Гомологичные хромосомы находятся в состоянии конъюгации длительный период: у дрозофилы – четверо суток, у человека около двух недель. Все это время отдельные участки хромосом находятся в очень тесном соприкосновении. Если в таком участке произойдет разрыв цепочек ДНК одновременно в двух хроматидах, принадлежащих разным гомологам, то при восстановлении разрыва может получиться так, что ДНК одного гомолога окажется соединенной с ДНК другой гомологичной хромосомы. Этот процесс носит название *кроссинговера*. Видимые под микроскопом места пересечения хромосом называются *хиазмами* (рисунок 12).

Характерной особенностью профазы I мейоза, отличающей ее от той же стадии митоза, является то, что хромосомы не перестают синтезировать РНК, несмотря на частичную конденсацию. Особенно интенсивно процесс транскрипции идет при формировании женских половых клеток. У некоторых видов в ядрах созревающих женских половых клеток можно отчетливо видеть хромосомы с отходящими от них деконденсированными петлями хроматина, на которых идет транскрипция РНК. Это хромосомы типа «ламповых щеток».

После завершения кроссинговера и по мере прекращения синтеза РНК хромосомы продолжают конденсироваться и укорачиваться. Начинается стадия *диplotены*, которая постепенно переходит в стадию *диакинеза*. К этому времени связь между двумя гомологами, которая возникла при конъюгации, ослабевает и исчезает, становится видно, что бивалент состоит из двух гомологов, а каждый гомолог — из двух хроматид. Целостность бивалента в это время сохраняется благодаря связи между сестринскими хроматидами и переходу хроматиды одного гомолога в хроматиду другого, который является следствием кроссинговера. Профаза I заканчивается исчезновением ядерной оболочки и ядрышка.

*Первая метафаза мейоза* (метафаза I) (рисунок 11) отличается от метафазы митоза, во-первых, тем, что в нее вступают не одиночные хромосомы, а объединенные попарно, т.е. биваленты. Число бивалентов равно гаплоидному числу хромосом. Во-вторых, центромерные районы каждой хромосомы в отличие от метафазы митоза способны взаимодействовать с нитями веретена только от одного полюса. Таким

образом, центромерные районы двух гомологичных хромосом, составляющих бивалент, оказываются соединенными с разными полюсами.



1 – оболочка ядра; 2 – хромомеры; 3 – ядрышко; 4 – гомологичные хромосомы; 5 – центромеры; 6 – биваленты; 7 – хроматиды; 8 – хиазма (В. И. Никольский, 2012).

Рисунок 10 – Первая профаз мейоза: схема лептономы, зигонемы и кроссинговера.

При выстраивании в центре клетки биваленты движутся независимо друг от друга, поэтому отцовские и материнские по происхождению хромосомы оказываются ориентированными по отношению к полюсам произвольным образом. Количество возможных вариантов ориентации зависит от числа хромосом в гаплоидном наборе. У дрозофилы ( $n = 4$ ) их  $2^3 = 8$ , у человека –  $2^{22}$ . Количество вариантов гамет, которое обеспечивается свободным перекомбинированием хромосом, составляет  $2^n$ : 16 у дрозофилы и  $2^{23}$  у человека (~ 8,36 млн).

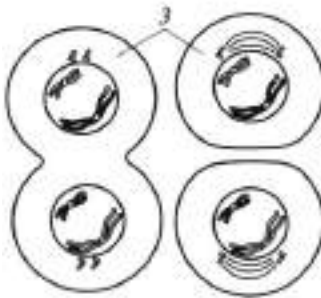
Во время *анафазы первого деления* (анафаза I) взаимодействие несестринских хроматид исчезает по всей длине хромосомы за исключением центромерного района, и затем бивалент распадается на две хромосомы, которые отходят к разным полюсам. Каждый гомолог состоит из двух хроматид, но в результате кроссинговера хроматиды не идентичны друг другу.



*Метафаза I.* Биваленты выстраиваются в экваториальной плоскости. Нити веретена прикреплены к центромерам и начинают оттягивать хромосомы к полюсам клетки. Хромосомы соединены лишь хиазмами



*Анафаза I.* Нити тянут центромеры к полюсам клетки. Хроматиды каждой хромосомы остаются соединенными друг с другом в центромерном районе. В результате этого к каждому полюсу отходит по одному гаплоидному набору хромосом



*Телофаза I.* В результате первого деления мейоза число хромосом в одном наборе стало вдвое меньше, но все хромосомы состоят еще из двух хроматид. Вследствие кроссинговера эти хроматиды генетически не идентичны. Веретено исчезает.

У животных и некоторых растений хроматиды деспирализуются, вокруг них на каждом полюсе формируется ядерная мембрана. Образовавшиеся ядра вступают в интеркинез. Начинается деление цитоплазмы (у животных) или формирование разделяющей стенки (у растений) — цитокинез

1 – нити веретена; 2 – клеточная мембрана; 3 – центриоли (В. И. Никольский, 2012).

Рисунок 11 – Первая метафаза мейоза, анафаза I, телофаза I.

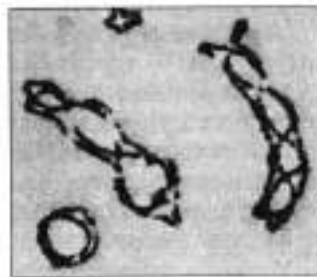


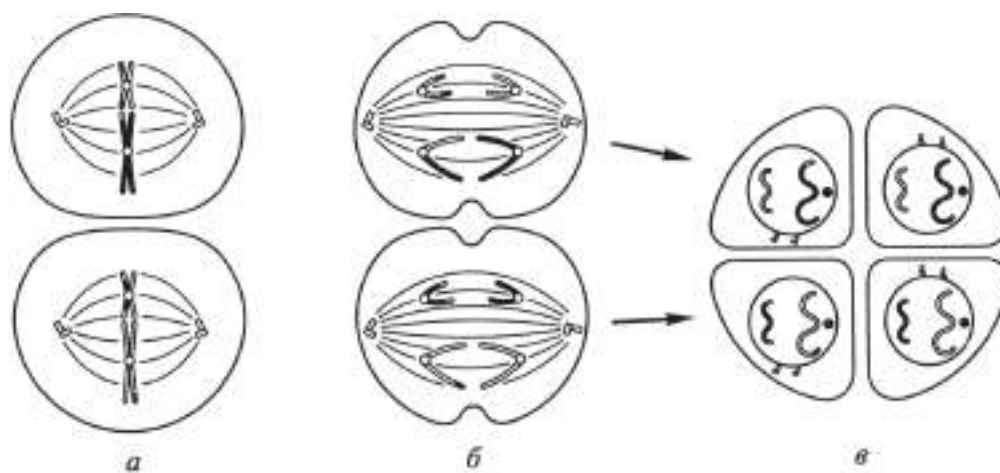
Рисунок 12 – Хиазмы в профазе мейоза I у прямокрылого насекомого *Chorthippus parallelus* (П. Рейвн, Р. Эверт, С. Айкхорн, 1990)

За анафазой I следует *телофаза I*. Хромосомы деконденсируются. Ядро приобретает вид интерфазного, но в нем не происходит удвоения хромосом. Эту стадию называют *интеркинезом*. Она непродолжительна. У некоторых видов интеркинез может вообще отсутствовать. В таком случае клетки сразу после телофазы I переходят в профазу II. Иногда выпадает и эта стадия, тогда после анафазы I сразу наступает прометафаза II.

*Второе деление мейоза* проходит быстрее первого (обычно занимает несколько часов) и состоит из тех же стадий, что и митоз, но отличается от него тем, что в каждой клетке находится не диплоидное, а гаплоидное число хромосом. Процессы, наблюдаемые во втором делении мейоза (рисунок 13), сходны с процессами, происходящими в митозе.

*Профаза II* (в клетках, у которых выпадает интеркинез, эта стадия отсутствует) – ядрышки и ядерные мембраны разрушаются, а хроматиды укорачиваются и утолщаются. Центриоли, если они есть, перемещаются к противоположным полюсам клетки, снова появляются нити веретена. Ось веретена второго деления мейоза перпендикулярна оси веретена первого деления.

*Метафаза II* (рисунок 13, а) – центромеры ведут себя как двойные структуры. Они организуют нити веретена, направленные к обоим полюсам, и таким образом выстраиваются по экватору веретена.



а – метафаза II; б – анафаза II; в – телофаза II (В. И. Никольский, 2012).

Рисунок 13 – Заключительные этапы мейоза.

*Анафаза II* (рисунок 13, б) – центромеры делятся и нити веретена растаскивают их к противоположным полюсам. Центромеры тянут за собой отделившиеся друг от друга хроматиды, которые теперь становятся самостоятельными хромосомами.

*Телофаза II* (рисунок 13, в) сходна с телофазой митоза. Хромосомы деспирализуются, растягиваются и становятся невидимы. Нити веретена исчезают, а центриоли реплицируются. Вокруг каждого ядра, которое содержит теперь гаплоидное число хромосом, вновь образуется ядерная мембрана. В результате последующего деления цитоплазмы (у животных) или образования клеточной стенки (у растений) из одной исходной родительской клетки получается четыре дочерних.

В целом мейоз – значительно более длительный процесс по сравнению с митозом: у ржи он идет более двух суток, у дрозофилы – около недели, у человека – три с половиной недели.

В результате мейоза из одной диплоидной клетки образуются четыре клетки с гаплоидным набором хромосом. Вследствие случайного распределения отцовских и

материнских хромосом между клетками, а также кроссинговера достигается огромное разнообразие гамет. При слиянии гамет образуется еще большее количество комбинаций.

Таким образом, при половом размножении происходит перекомбинирование наследственной информации, в результате которого потомство в значительной мере отличается от своих родителей. Механизмы создания *комбинативной изменчивости* – независимое ориентирование хромосом разных пар (относительно друг друга) в бивалентах в метафазе I и кроссинговер (приводящий к обмену участками между хроматидами гомологичных хромосом).

### Задания

1. Прочитайте теоретический материал.
2. Нарисуйте схему жизненного цикла клетки.
3. Нарисуйте и заполните таблицы:

Фазы митоза	События, происходящие в фазах митоза

Термины и понятия	Определение, описание
Гаметы	
Гомологичные хромосомы	
Гаплоидный набор	
Мейоз	
Кроссинговер	
Синапсис	
Хиазма	
Бивалент	

Фазы и стадии мейоза	События, происходящие в каждой фазе (стадии)

### Вопросы и задания для самоконтроля:

1. Нарисуйте график изменения количества ДНК в течение интерфазы: по оси абсцисс – периоды интерфазы, по оси ординат – относительное количество ДНК (за единицу принять количество ДНК в молодой клетке, сразу после митоза).
2. Сколько хроматид содержит каждая хромосома в профазе, метафазе, анафазе, телофазе?
3. Каково генетическое значение митоза? В каких жизненных процессах клетки делятся путем митоза?
4. Почему монозиготные близнецы имеют одинаковый генотип?
5. Чем профазы I мейоза отличаются от профазы митоза?
6. Сколько типов гамет (без учета кроссинговера) образуется в результате мейоза у организмов с диплоидным числом хромосом (2n):



а) 4; б) 8; в) 10; г) 46?

7. В гаплоидном наборе человека около 30 тыс. генов. По данным гельэлектрофореза человек гетерозиготен примерно по 7 % генов. Сколько разных типов гамет (с учетом кроссинговера) могут быть у человека?

8. Если два брата, однояйцовые близнецы, женятся на двух сестрах, тоже однояйцовых близнецах, то будут ли их дети иметь одинаковые генотипы?

9. Почему для разведения многих культурных растений используют не семенное, а вегетативное размножение? Какой получится результат при семенном размножении, например, яблонь?

10. Колхицин препятствует образованию веретена деления. Какие гаметы могут получиться при воздействии раствора колхицина на генеративные органы растений в момент мейоза?

## **Тема 4. ИЗУЧЕНИЕ МЕНДЕЛЕМ НАСЛЕДОВАНИЯ ПРИЗНАКОВ ГОРОХА. СТАТИСТИЧЕСКИЙ ХАРАКТЕР РАСЩЕПЛЕНИЯ**

### **4.1. Исходные посылки исследований Менделя**

Многолетний опыт людей показывает: дети, как правило, похожи на своих родителей. Интуиция давно наводила ученых на мысль, что закономерности передачи наследственных признаков должны иметь какой-то общий для всех видов организмов механизм. Первый правильный шаг в раскрытии этого механизма в 1865 г. сделал Г. Мендель. По-видимому, он исходил из следующих рассуждений.

Если существует явление передачи наследственных признаков от родителей потомкам, то:

а) должны существовать материальные факторы, обеспечивающие явление наследственности;

б) передача наследственных факторов может осуществляться только с помощью половых клеток, гамет, в результате их слияния при оплодотворении.

В качестве объекта изучения Мендель выбрал различные сорта гороха. Это растение является строгим самоопылителем, поэтому можно было не опасаться случайного занесения в цветки посторонней пыльцы. В то же время возможно искусственное скрещивание растений.

### **4.2. Методологический подход, использованный Менделем (гибридологический метод)**

1. Для своих опытов Г. Мендель выбрал отдельные пары *альтернативных признаков* гороха: окраска цветков (красные – белые); цвет горошин: (зеленый – желтый); поверхность горошин (гладкая – морщинистая) и другие, всего семь пар альтернативных признаков (таблица 4). Большинство ученых до Менделя (кроме О.

Сажрэ и Ш. Нодэна) оценивали сходство между потомками и родителями по их общему облику, т.е. не разделяли фенотип на отдельные пары признаков.

2. Для скрещиваний использовались растения *чистых линий*, т. е. со стабильной передачей признаков потомкам в течение длительного ряда поколений.

3. Производился *точный подсчет потомков* с разными альтернативными признаками (т.е. использовался количественный подход в изучении наследственности).

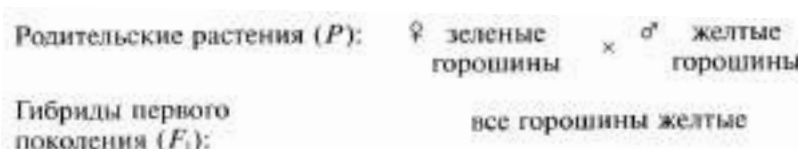
4. Проводился *индивидуальный анализ генотипа потомков* с помощью анализирующих скрещиваний.

Таблица 4 – Результаты семи опытов Г. Менделя по скрещиванию растений гороха (моногибридное скрещивание)

Признаки	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub> , количество / %		
		доминантные	рецессивные	всего
Семена: гладкие либо морщинистые	Гладкие	5475/74,7	1 850/25,3	7 325/100
Семена: желтые либо зеленые	Желтые	6022/75,1	2001/24,9	8023/100
Цветы: фиолетовые либо белые	Фиолетовые	705/75,9	224/24,1	929/100
Цветы: пазушные либо верхушечные	Пазушные	651/75,9	207/24,1	858/100
Бобы («стручки»): выпуклые либо с перетяжками	Выпуклые	882/74,7	299/25,3	1 181/100
Бобы: зеленые либо желтые	Зеленые	428/73,8	152/26,2	580/100
Стебель: длинный либо короткий	Длинный	787/74,0	277/26,0	1 064/100
Всего или в среднем	–	14949/74,9	5010/25,1	19959/100
Соотношение	–	3	1	–

### 4.3. Эксперименты Менделя

Скрещивание, в котором изучается наследование одной пары альтернативных признаков, называется *моногибридным*. Рассмотрим один из опытов Г. Менделя по скрещиванию растений гороха, различающихся по окраске горошин:



Получив этот результат, Мендель выдвигает возможные гипотезы для его объяснения: а) наследственные факторы, определяющие зеленый цвет, исчезли у гибридов первого поколения; б) наследственные факторы зеленого цвета не исчезли, но не проявились.

Чтобы установить, какое из предположений верно, Мендель в следующем году посеял гибридные горошины. Осенью он рассортировал полученный урожай по цвету горошин. Оказалось 6 022 желтых и 2001 зеленых горошин. Из этого результата он сделал *вывод*, что наследственные факторы, определяющие зеленый цвет, в первом поколении не исчезали, но их действие было подавлено факторами желтого цвета.

Другой важный *вывод* заключается в том, что гибриды первого поколения содержат по два наследственных фактора, определяющих цвет горошин: и зеленый и желтый. Впоследствии наследственные факторы и соответственно признаки, не проявляющиеся у гибридов первого поколения, были названы *рецессивными*; факторы и признаки, проявляющиеся у гибридов, – *доминантными*.

Являются полученные результаты случайными или имеется какая-нибудь закономерность? Чтобы ответить на этот вопрос, Мендель провел аналогичные опыты с использованием других пар признаков. Во всех скрещиваниях гибриды первого поколения унаследовали признак только одного из родителей. Во втором поколении *всегда* появлялись растения ( $1/4$  часть потомства) с рецессивным признаком. Поэтому расщепление 3:1 – не случайность, а закономерность.

Таким образом, были выявлены следующие закономерности:

а) гибриды первого поколения единообразны по фенотипу (получают признак только одного из родителей); б) во втором поколении имеет место расщепление –  $1/4$  часть потомков имеет рецессивный, остальные  $3/4$  – доминантный признаки.

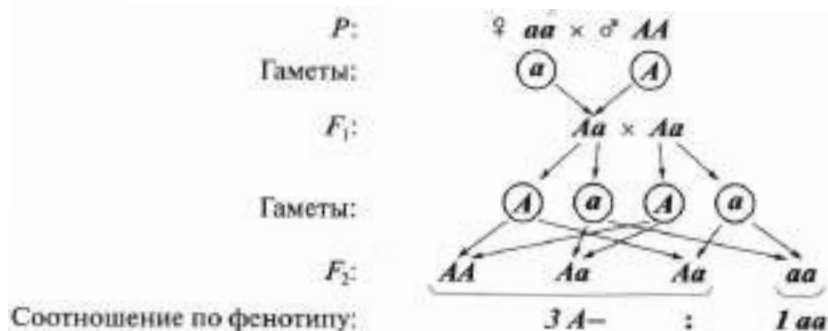
Последняя закономерность является статистической, так как соотношение выполняется не точно, а приблизительно. Чем больше численность потомства, тем точнее расщепление соответствует соотношению 3:1.

Для упрощения записи скрещиваний Г. Мендель ввел особые правила и символику. Родительские пары в схемах скрещиваний он обозначил буквой *P* (от лат. *parentalis* – родители), потомков – буквой *F* (от лат. *fili* – дети); доминантные признаки и наследственные факторы стал обозначать прописными буквами, а соответствующие рецессивные признаки и наследственные факторы – строчными. Эта символика используется в генетике до настоящего времени. Позднее (с 1909 г.) наследственные факторы стали называть *генами*, разные варианты одного и того же гена – *аллелями*, а состав наследственных факторов организма – *генотипом*.

Гипотезу, объясняющую расщепление во втором поколении в соотношении 3:1, можно изобразить так:

		Мужские гаметы и их частоты		
		<i>A</i> (0,5)	<i>a</i> (0,5)	
Женские гаметы и их частоты	<i>A</i> (0,5)	<i>AA</i> (0,25) Доминант	<i>Aa</i> (0,25) Доминант	Генотипы второго поколения
	<i>a</i> (0,5)	<i>Aa</i> (0,25) Доминант	<i>aa</i> (0,25) Рецессив	

Весь эксперимент можно записать в виде схемы скрещиваний:



Из результатов опытов Г. Менделя можно сделать следующие выводы о механизмах передачи наследственных факторов.

1. Дискретные наследственные факторы, определяющие развитие признаков организма, действительно существуют (иначе никаких закономерных расщеплений не наблюдалось бы).

2. В соматических клетках наследственные факторы по каждому признаку парные.

3. В гаметы эти факторы расходятся по одному, в том смысле, что каждая гамета получает по одному фактору всех признаков.

4. При оплодотворении происходит случайное объединение мужских и женских гамет, несущих доминантные или рецессивные наследственные факторы.

5. Наследственные факторы – это дискретные материальные частицы, которые не смешиваются друг с другом (как две жидкости разного цвета), а передаются от родителей потомкам (через гаметы) в неизменном виде.

Для проверки некоторых своих предположений Мендель использовал *анализирующее скрещивание*:  $A-$  х  $aa$ . В записи этого скрещивания черточкой (–) обозначен неизвестный аллель у растения с доминантным признаком, который может быть любым:  $A$  или  $a$ . Он, *во-первых*, скрещивал гибриды первого поколения с растениями с зелеными горошинами. Эти скрещивания всегда давали потомство, расщепляющееся по фенотипу в соотношении 1:1. *Во-вторых*, Мендель провел серию анализирующих скрещиваний растений с доминантным признаком из второго поколения. Результаты полностью соответствовали предположению о генетической структуре растений с доминантным признаком.

Доложенные Г. Менделем в 1865 г. на заседании Брюннского общества естествоиспытателей результаты исследований и предложенные гипотезы не были приняты учеными. Главная причина этого состояла в том, что дискретные наследственные факторы, о которых говорил Мендель, нельзя было в то время соотнести с какими-либо известными материальными структурами клетки. Лишь в 70 – 90-х гг. XIX в. были обнаружены хромосомы и установлена их парность в ядрах соматических клеток (таблица 5). Было также обнаружено, что при образовании гамет хромосомы каждой пары расходятся, так что каждая гамета получает полный одинарный

(гаплоидный) набор хромосом, а при оплодотворении происходит восстановление двойного (диплоидного) набора хромосом.

Г. Мендель умер в 1884 г., не дождавшись признания своей гипотезы. Лишь в 1900 г. Г. де Фриз, К. Корренс и Э. Чермак независимо друг от друга пришли к тем же выводам, что и Мендель. Неуловимые наследственные факторы сразу же обрели материальное воплощение в виде хромосом. Концепция хромосом и генов стала самой главной вехой всей биологии и теории эволюции. Все выдающиеся открытия в биологии XX в. (авторы которых удостоены многочисленных Нобелевских премий) опираются на эту концепцию.

Таблица 5 – Открытия в цитологии в последней трети XIX века

Годы	События, открытия	Авторы
1870 1879-1882	Описание митоза: у растений у животных	Э. Страсбургер В. Флемминг
1875 1883 1884	Слияние ядер при оплодотворении: у животных у растений –	Э. ван Бенеден, О. Гертвиг Н. Н. Горожанкин
1883-1884	Ядерная теории наследственности	Э. Страсбургер, В. Ру, О. Гертвиг
1888	Появление термина «хромосома»	В. Вальдейер
1884-1887	Открытие «расщепления» хромосом	Л. Гейзер, Л. Гиньяр, Э. ван Бенеден
1885	Установление постоянства хромосомных наборов	К. Рабль
1887	Описание редукционного деления	В. Флемминг, Э. ван Бенеден
1900	Переоткрытие законов Г. Менделя	Г. де Фриз, К. Корренс, Э. Чермак

Для науки о наследственности английский биолог У. Бэтсон в 1906 г. предложил название «генетика» (от греч. *genesis* – развитие, происхождение), а в 1909 г. датчанин В. Иоганнсен ввел термин «ген» для дискретного наследственного фактора.

#### 4.4. Гипотезы

1. Гибриды первого поколения (*Aa*) образуют два типа гамет – *A* и *a* в равном соотношении. Это справедливо как для мужских, так и для женских особей из первого поколения.

2. При оплодотворении любой из типов женских гамет (*A*) и (*a*) абсолютно случайно встречается с любым типом мужских гамет.

3. Если гипотезы (1) и (2) верны, то во втором поколении образуются зиготы  $AA$ ,  $Aa$  и  $aa$  в соотношении 25 %: 50 %: 25 %. При полном доминировании соотношение потомков по фенотипу равно 75 % : 25 %.

4. Соотношение потомков по генотипу, получаемое во втором поколении, приближается к теоретическому значению 1:2:1 (или 3:1 по фенотипу) *при увеличении численности потомства*.

#### 4.5. Моделирование процесса соединения гамет во втором поколении

Модельный эксперимент и соответствующий модельный объект должны обеспечивать: а) *одинаковую частоту* осуществления двух альтернативных событий (имитация образования двух типов гамет в равном соотношении); б) *случайность одновременного совпадения* двух альтернативных независимых событий (имитация случайной встречи двух любых типов гамет). Этим требованиям удовлетворяет одновременное подбрасывание двух одинаковых монет.

Если подбросить монету, то она упадет либо орлом (О), либо решкой (Р). Вероятность каждого из этих событий – 50%, что соответствует гипотезе о равновероятном образовании двух типов гамет (А) и (а).

Если подбрасывать одновременно две монеты, то возможны следующие варианты: ОО, ОР, РР, причем вероятность выпадения каждого из трех вариантов равна произведению вероятностей составляющих элементарных событий. Вероятность ОО равна 0,25, РР – 0,25. Сочетание ОР выпадает в два раза чаще, чем ОО или РР (вероятность ОР равна 50%). Эти положения полностью соответствуют второй и третьей выдвинутым гипотезам.

Проверка справедливости четвертой гипотезы составляет цель модельного эксперимента.

#### 4.6. Проведение модельного эксперимента

1. Начертите в тетради таблицу для регистрации результатов подбрасывания монеток (таблица б).

2. Возьмите пластмассовый стакан и две *небольшие одинаковые* монетки (по одному стакану и две монетки на каждого студента или, при большой численности группы, на пару студентов). Можно использовать не монетки, а мелкие двояковыпуклые пуговицы со сторонами разного цвета). Поместите монетки в стакан.

Проведите 60 встряхиваний стаканчика с монетками, регистрируя в таблицаб выпавшие комбинации: орел-орел, орел-решка, решка-решка. При выполнении этой операции важно обеспечить тщательное перемешивание монеток. Для этого стакан с монетками закройте ладонью, переверните, и совершите 4 – 5 интенсивных круговых движений в вертикальной плоскости. После встряхивания стаканчик переверните на стол и зафиксируйте результат в таблицаб (для уменьшения шума можно переворачивать стаканчик на лежащую на столе тетрадь).

4. Запись результатов. При выпадении сочетаний ОО, ОР, РР (О – орел, Р – решка) в соответствующих столбцах поставьте (+): (ОО соответствует генотипу АА, ОР – Аа, РР – аа). В столбцах «соотношение по фенотипу» поставьте букву «д» – доминантный или «р» – рецессивный. После выполнения всех 60 подбрасываний запишите в свободные строчки (после 20-го, 40-го и 60-го опытов) соответствующие суммы крестиков нарастающим итогом (т.е. после 20, 40 и 60 опытов).

Таблица 6 – Частоты выпадения различных вариантов (орел-орел, орел-решка, решка-решка) при одновременном подбрасывании двух монет (имитация случайной встречи мужской и женских гамет при оплодотворении)

Номер опыта	Выпали монеты с сочетанием			Соотношение по фенотипу	
	ОО (АА)	ОР (Аа)	РР (аа)	доминантных	рецессивных
1					
2					
...					
20					
Итого					
Теоретическое соотношение	5	10	5	15	5
21					
22					
...					
40					
Итого					
Теоретическое соотношение	10	20	10	30	10
41					
42					
...					
60					
Итого					
Теоретическое соотношение	15	30	15	45	15

### 6.3. Обработка и анализ результатов

1. Сравните фактические данные по отдельным стаканчикам с теоретически ожидаемыми соотношениями после 20, 40 и 60 выпадений монет. Обратите внимание на степень совпадения фактического (в итоговых строках) и теоретического расщепления по генотипу и фенотипу. Сделайте выводы относительно совпадения теоретических и фактических данных при разном числе подбрасываний монеток.

2. Объедините данные по всем стаканчикам (таблица 7), вычислите теоретическое соотношение для суммарного числа опытов, проведенных всеми учащимися. Сравните их с фактическим соотношением.

При заметных различиях используйте критерий  $\chi^2$  для статистической оценки достоверности различий.

Таблица 7 – Объединенные данные по всем стаканчикам. Вычисление критерия  $\chi^2$

Номер стаканчика	Генотипы (данные по каждому стаканчику)			Фенотипы	
	ОО (AA)	ОР (Aa)	РР (aa)	доминантный	рецессивный
1					
2					
...					
n					
Фактическое расщепление (Ф)	$\Sigma(ОО)$	$\Sigma(ОР)$	$\Sigma(РР)$	$\Sigma(д)$	$\Sigma(р)$
Ожидаемое отношение	1	2	1	3	1
Теоретическое расщепление (Т)					
$T - \Phi$					
$(T - \Phi)^2$					
$(T - \Phi)^2/T$					
$\Sigma (T - \Phi)^2/T$					

### Задания

1. Прочитайте теоретический материал, выпишите положения гибридологического метода Г. Менделя.
2. Нарисуйте и заполните таблицу терминов и понятий:

Термины и понятия	Определение, описание
Альтернативные признаки	
Чистая линия	
Аллель	
Моногибридное скрещивание	

3. Проведите эксперимент согласно описанию в подразделении 4.5.
4. Проанализируйте результаты и сделайте выводы.

### Вопросы и задания для самоконтроля:

1. Почему именно горох оказался удобным объектом для опытов Г. Менделя?
2. Какие результаты анализирующих скрещиваний показывают, что среди желтых горошин второго поколения  $1/3$  потомков имеет генотип  $AA$  и  $2/3 - Aa$ ?
3. Почему результаты исследований Г. Менделя не получили признания ученых в 1865 г.? Какие открытия в биологии привели к признанию этих результатов в 1900 г.?
4. Почему открытия, сделанные Г. Менделем, считаются гениальными?



## Часть II. ПРИНЦИПЫ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Формальная генетика изучает закономерности наследования признаков, определяемых: а) аллелями одного гена (моногенное наследование); б) аллелями двух, трех и большего числа генов, находящихся в разных парах гомологичных хромосом (независимое наследование); в) генами, находящимися в половых хромосомах (сцепленными с полом); г) генами, находящимися в одной и той же паре гомологичных хромосом (сцепленное наследование); д) несколькими неаллельными генами (взаимодействие неаллельных генов).

Главные задачи классической генетики – определение генотипов и фенотипов родителей и (или) потомков, характера наследования признаков (доминантный или рецессивный, аутосомный или сцепленный с полом, сцепленное или независимое). Решение задач опирается на общие принципы, которые основаны на следующих фундаментальных положениях и вытекающих из них выводах.

1. Кариотип любого диплоидного организма образуется в результате объединения гаплоидных наборов хромосом материнского и отцовского организмов.

*Вывод:* один из аллелей каждого гена в генотипе потомка получен от матери, другой аллель этого же гена получен от отца (исключением являются аллели, находящиеся в половых хромосомах).

2. В результате мейоза каждая гамета получает один гаплоидный набор хромосом.

*Вывод:* каждая гамета содержит по одному аллелю каждого из генов (исключением являются аллели, находящиеся в половых хромосомах.)

Хромосомы разных гомологичных пар в мейозе распределяются в гаметы независимо друг от друга.

*Вывод:* все типы гамет, различающиеся по составу материнских и отцовских гомологичных хромосом, образуются с одинаковой частотой.

Под генетическим анализом подразумевают цепь логических рассуждений, опирающихся на указанные фундаментальные положения и позволяющих ответить на поставленные в задаче вопросы. При генетическом анализе результатов моногенного, а также независимого наследования двух-трех пар признаков использование фундаментальных положений оказывается достаточным для нахождения правильных ответов. В более сложных задачах используются дополнительные понятия, которые введены в соответствующих подразделах.

### **Моногенное наследование**

Моногенными называются признаки, формирование которых определяется аллелями одного гена. Согласно современным представлениям генетиков, моногенных морфологических признаков нет, любой признак определяется многими генами. Строго моногенными являются разные варианты одного и того же полипептида, аминокислотная последовательность которого закодирована в гене. Эти варианты

отличаются друг от друга либо отдельными аминокислотными остатками, либо целыми фрагментами первичной структуры. Многие из этих измененных вариантов никак не проявляются на уровне морфологических признаков (макропризнаков). Формальная генетика развивалась в тот период, когда сущность генетической информации не была известна, а методов молекулярного анализа строения биополимеров еще не существовало. Поэтому исследователи изучали такие изменения фенотипа, которые легко обнаруживаются визуально или с помощью доступных приборов (т.е. макропризнаки). По характеру наследования макропризнаков и их распределению среди потомков делались выводы о закономерностях и механизмах наследственности. Методика такого анализа, разработанная Г. Менделем, получила название гибридологического метода. С его помощью были открыты такие явления, как множественный аллелизм, плейотропия, неполное доминирование, кодоминирование. Несмотря на низкую разрешающую способность, гибридологический анализ используется и в современных генетических исследованиях, а также в селекции растений и животных.

В основе изучения закономерностей моногенного наследования лежит моногибридное скрещивание, с помощью которого прослеживают наследование только одной пары альтернативных признаков. Обычно в задачах на моногенное наследование требуется определить генотипы и фенотипы потомков и (или) родителей по результатам скрещиваний, выявить характер наследования признаков (доминантный, рецессивный, кодоминантный, сцепленный или несцепленный с полом) и т. п.

### **Рекомендуемые правила решения задач**

Внимательно изучите условие задачи. Если указано, какой признак является доминантным, а какой – рецессивным, то введите обозначения: заглавными буквами обозначаются доминантные, строчными – рецессивные признаки (в условиях некоторых задач обозначения уже имеются). Если доминантный признак не указан, то это нужно установить путем анализа условия. Часто (но не всегда) доминантность или рецессивность признака можно узнать по фенотипу потомков. Рассмотрим возможные варианты.

1. Родители имеют разные признаки альтернативной пары, а потомки – признак только одного из родителей.

Вывод о доминантности признака, проявившегося у потомков, можно сделать лишь при достаточно большой численности потомства. Чем больше потомков, тем надежнее будет этот вывод. Например, из факта рождения кареглазого ребенка у родителей, один из которых кареглазый, а другой голубоглазый, не следует вывода о доминантности карего цвета глаз. Один из родителей может быть гетерозиготным ( $Aa$ ), тогда в браке  $Aa \times aa$  с вероятностью 50 % может родиться как кареглазый ( $Aa$ ), так и голубоглазый ( $aa$ ) ребенок.

Если в семье кареглазого и голубоглазого родителей несколько детей и все они – кареглазые, то надежность вывода о доминантности карего цвета глаз повышается (таблица 8). Повышается и надежность вывода о гомозиготности кареглазого родителя ( $Aa$ ). Например, если признак одного из родителей наблюдается у всех детей в семье с пятью детьми, то вероятность гетерозиготного генотипа у этого родителя равна  $1/32$ . Вывод о доминантности признака справедлив с вероятностью не менее, чем  $31/32$  (~97 %).

2. Родители имеют разные признаки альтернативной пары, часть потомства имеет признак одного из родителей, другая часть – признак другого родителя.

В этом случае можно утверждать, что один из родителей – гетерозигота –  $Aa$ , другой – рецессивная гомозигота  $aa$ . Однако какой из признаков доминантный, а какой – рецессивный, узнать нельзя, так как в скрещивании типа  $Aa \times aa$  с равной вероятностью могут родиться потомки как  $Aa$ , так и  $aa$ .

3. Родители и часть потомков имеют одинаковые признаки, другая часть потомков имеет альтернативное значение признака (имеет место расщепление).

Если признак моногенный, то это означает, что родители и похожие на них потомки имеют доминантный признак. Родители – гетерозиготы. Новый признак, появившийся у части потомков, – рецессивный. Этот вывод вытекает из того факта, что расщепление в потомстве одинаковых по фенотипу родителей может быть только в том случае, если оба родителя гетерозиготы –  $Aa \times Aa$ . Например, факт рождения у двух кареглазых родителей голубоглазого ребенка свидетельствует о том, что карий цвет глаз доминантный, голубой – рецессивный, а родители – гетерозиготы. Полезно запомнить *правило*: у двух родителей с доминантным признаком могут родиться дети с рецессивным признаком, а у двух родителей с рецессивным признаком не может быть детей с доминантным признаком.

Таблица 8 – Вероятность единообразного потомства  $F_1$  от скрещивания  $Aa \times aa$  в зависимости от числа потомков

Число потомков	Генотипы потомков	Вероятность того, что все потомки родятся с доминантным признаком (с генотипом $Aa$ )
1	$Aa$ или $aa$	$1/2$
2	$Aa$ и $aa$	$1/4$
3	$Aa$ и $aa$	$1/8$
4	$Aa$ и $aa$	$1/16$
5	$Aa$ и $aa$	$1/32$

Исключением из этого правила являются случаи доминантных мутаций в гамете одного из родителей. Но, поскольку частота мутирования каждого отдельного гена низкая (порядка  $10^{-5}$  –  $10^{-6}$  на одну гамету), в большинстве скрещиваний, где численность потомства не превышает нескольких десятков или сотен особей, мутации не обнаруживаются.

Теоретическое расщепление в потомстве от скрещивания  $Aa \times Aa$  должно быть в соотношении 3:1, но фактически наблюдаемые расщепления близки к теоретическому соотношению лишь при большой численности потомства. Поэтому при исследовании малоплодных организмов (например, человека) использовать числовые соотношения потомков с разными признаками для каких-либо выводов о генотипе родителей нельзя.

4. В результате многих скрещиваний разных пар родителей с одинаковыми признаками в потомстве никогда не наблюдается расщепления – все потомки имеют признаки родителей.

Такие результаты могут свидетельствовать о том, что изучаемый признак, *вероятнее всего*, рецессивный, а родители и их потомки – рецессивные гомозиготы (в потомстве от скрещивания  $aa \times aa$  не может быть расщепления). Но этот вывод не является верным для всех ситуаций. Например, если рецессивный признак редкий (что свойственно многим вредным мутациям), то в популяции будут преобладать скрещивания  $AA \times AA$  и  $AA \times Aa$ . Потомство от таких скрещиваний также будет единообразным по фенотипу, как и от скрещиваний типа  $aa \times aa$ , хотя один из родителей может быть гетерозиготным –  $Aa$ .

Мы рассмотрели наиболее типичные ситуации, встречающиеся в задачах по моно-, ди- и полигибридным скрещиваниям. Приведенные фрагменты генетического анализа пригодны и для задач из других подразделов.

Обозначения доминантных и рецессивных признаков записываются в левом верхнем углу и отделяются от остальных записей вертикальной чертой. Правее этой черты записывают схемы скрещиваний, описанные в условии задачи. Для этого используется символика, введенная Г. Менделем (рисунок 14). В верхней строке записывают генотипы скрещиваемых особей. В следующей строке записываются (если требуется) символы гамет – заглавные или строчные буквы, заключенные в кружки. В следующих строках записываются генотипы потомков первого ( $F_1$ ) и последующих ( $F_i$ ) поколений.

Если в задаче требуется проведение генетического анализа лишь родителей и потомков первого поколения, то схема скрещивания будет короче, чем изображенная на рисунок 14. В некоторых задачах, наоборот, необходим анализ не только родителей и потомков, но также бабушек и дедушек и более ранних предков. Поэтому следует предусмотреть строки для записи генотипов таких предков.

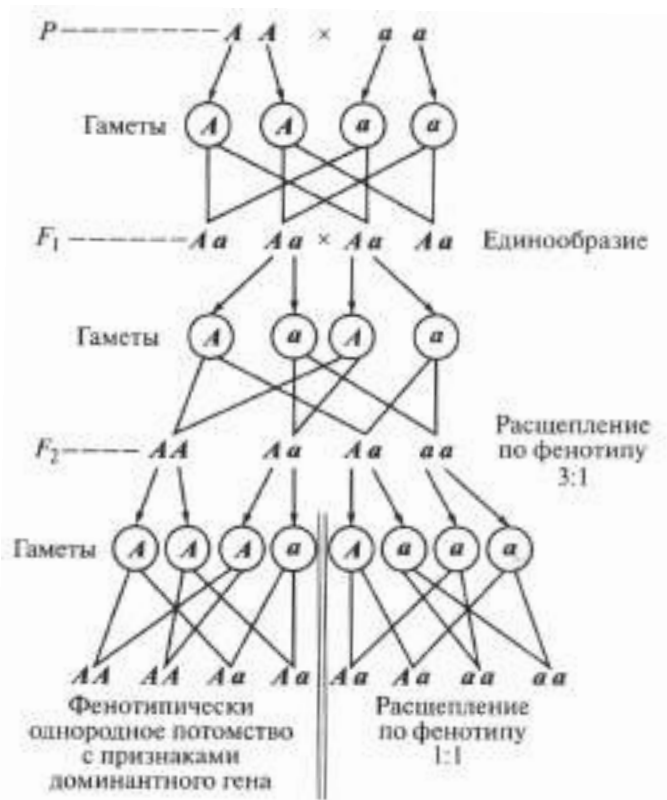


Рисунок 14 – Полная схема записи моногибридного скрещивания (В. И. Никольский, 2012).

При записи генотипов в схемах скрещиваний часто используются *фенотипические радикалы* – неполные записи генотипа, отражающие фенотип особи. Например, фенотипический радикал  $A-bb$  говорит о том, что у особи первый признак доминантный ( $A-$ ), а второй – рецессивный ( $bb$ ), при этом неизвестно, каков генотип по первому признаку –  $AA$  или  $Aa$ . Вместо неизвестного аллеля ставится черточка. Решение некоторых задач состоит в определении этих неизвестных аллелей.

В задачах по генетике человека часто требуется проведение анализа не только генотипов *ядерной семьи* (дети – родители), но и других родственников (дяди, тети, двоюродные и троюродные братья). В таких случаях приходится составлять вместо схем скрещивания обширные схемы родословных. Ниже рассмотрены наиболее простые примеры составления и анализа родословных. Метод родословных подробно рассматривается в последующих занятиях.

**Тема 5. ПОЛНОЕ И НЕПОЛНОЕ ДОМИНИРОВАНИЕ.  
ТИПЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АЛЛЕЛЕЙ. МНОЖЕСТВЕННЫЕ АЛЛЕЛИ.  
НАСЛЕДОВАНИЕ ГРУПП КРОВИ**

**5.1. Полное и неполное доминирование**

Различают три варианта взаимодействия аллелей одного гена: *полное и неполное доминирование* и *кодоминирование*.

Полным доминированием называют тип наследования, при котором фенотип гетерозиготы  $Aa$  неотличим от фенотипа доминантной гомозиготы  $AA$ . При неполном доминировании гетерозигота имеет фенотип, промежуточный между фенотипами доминантной и рецессивной гомозигот. Например, при скрещивании красноцветковых растений  $AA$  с белоцветковыми  $aa$  иногда все потомство имеет розовые цветки  $Aa$ . Потомство от скрещивания гибридов  $Aa \times Aa$  расщепляется на три фенотипических класса:

$$\frac{1}{4} AA \text{ (красноцветковые)} : \frac{1}{2} Aa \text{ (розоцветковые)} : \frac{1}{4} aa \text{ (белоцветковые)}$$

При кодоминировании у гетерозиготы проявляются признаки, определяемые аллелями обоих генов. Например, у людей с четвертой группой крови ( $I^A I^B$ ) на поверхности эритроцитов вырабатываются оба антигена –  $A$  и  $B$ .

### Задачи

1. У морской свинки курчавая шерсть доминирует над гладкой. Напишите схемы следующих скрещиваний:

а) ♀ курчавая  $\times$  ♂ гладкая – все потомки с курчавой шерстью;

б) ♀ курчавая  $\times$  ♂ гладкая – половина потомков с курчавой шерстью, половина – с гладкой;

в) ♀ гладкая  $\times$  ♂ гладкая – потомки всегда гладкошерстные.

2. В стаде черно-пестрого скота новый бык. От него получено 26 телят, из них 5 оказались красно-пестрыми. Только бык в этом «виноват» или и коровы тоже? Как это выяснить? Напишите схемы всех возможных скрещиваний.

3. От скрещивания комолого быка с рогатыми коровами получено 17 комолых и 20 рогатых телят. Родители коров-матерей и все их более ранние предки были рогатыми. Какой признак доминирует? Каков генотип быка и коров? Не приведет ли использование на племя рогатых потомков этого быка к появлению в следующих поколениях комолых животных? Может ли от рогатых коровы и быка родиться комолый теленок? Какое может быть потомство от комолой коровы и рогатого быка? Напишите схемы всех возможных скрещиваний.

4. Мужчина с полидактилией (см. приложение 2) женился на пятипалой женщине. У них пять детей, все с полидактилией. Один из них женится на пятипалой женщине. Какова вероятность рождения нормальных и шестипалых детей в этом браке?

5. Крольчиха с короткой шерстью (рецессивный признак) родила четырех короткошерстных и трех нормальношерстных крольчат. Каковы генотипы родителей и всех крольчат?

6. Голубоглазый мужчина, родители которого имеют карие глаза, женился на кареглазой женщине, у отца которой были голубые глаза. Какие дети и с какой ве-

роятностью могут родиться в этом браке? Нарисуйте возможную родословную этого рода.

7. У лошадей есть наследственная болезнь гортани: при беге больные лошади издают характерный хрип. При скрещивании больных лошадей между собой иногда рождаются здоровые жеребята. Могут ли родиться больные жеребята у здоровых лошадей? Напишите возможные схемы скрещиваний.

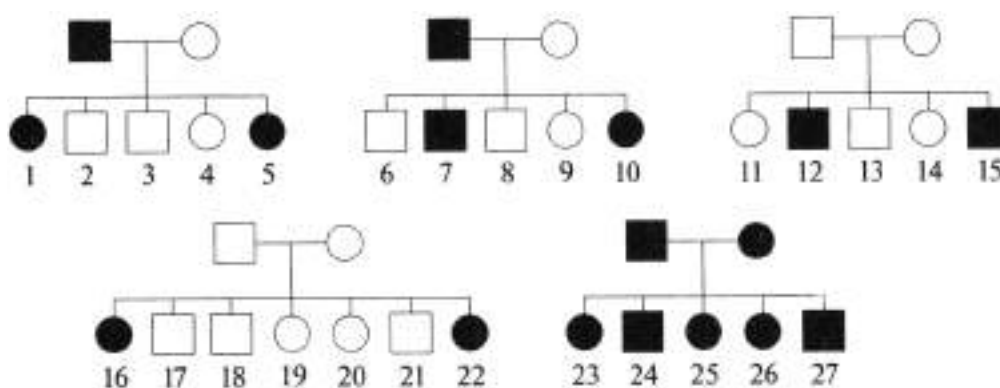
8. Рогатый баран спарен с тремя овцематками. От первой рогатой овцы получено два рогатых ягненка, от второй рогатой – один рогатый и один безрогий, от третьей безрогой – два безрогих ягненка. Как наследуется рогатость и безрогость? Каковы генотипы всех животных?

9. Как определить, имеет ли курица с розовидным гребнем в генотипе рецессивный аллель листовидной формы гребня?

10. Мать, отец и дочь имеют русые волосы, а сын рыжеволосый. Дочь вышла замуж за рыжеволосого мужчину, сын женился на русоволосой женщине. У дочери родились рыжеволосая девочка и русоволосый мальчик, у сына – русоволосый мальчик. Определите генотипы всех членов семьи.

11. У двух сестер с нормальными слухом и речью отец был глухонемым (в данной задаче глухонмота обусловлена аллелями одного гена). Их мать и родители отца были нормальными по этим признакам. Обе сестры вышли замуж за здоровых мужчин с генотипом  $AA$ . Одна из сестер имеет здоровую дочь, другая – здорового сына. С какой вероятностью могут родиться глухонемые дети в браке этих двоюродных сестры и брата? Нарисуйте возможную родословную рода.

12. В следующих пяти семейных родословных человека показано наследование способности чувствовать вкус фенилтиомочевина (ФТМ). Одни люди считают, что ФТМ горькая, другие – безвкусная.



Определите, как наследуется признак по каждой отдельной родословной, а затем проверьте по всем пяти родословным. Определите генотипы всех персон. Черные значки – люди, чувствующие горечь.

13. Если женщина № 9 (см. задачу 12) выйдет замуж за мужчину № 18, то какие у них могут родиться дети?

- 14.** Если мужчина № 12 (см. задачу 12) женится на женщине № 25, то какие у них могут быть дети?
- 15.** Если женщина № 11 (см. задачу 12) выйдет замуж за мужчину № 2, то какие у них могут родиться дети?
- 16.** У кур породы виандот за стандарт принят розовидный гребень. Все особи с листовидным гребнем выбраковываются, однако иногда некоторые куры снова дают потомков с листовидным гребнем. Почему? Как наиболее эффективно избавиться от нежелательного листовидного гребня?
- 17.** Жеребец бельгийской породы Годван страдал редкой аномалией – отсутствием радужины (аниридия). От него получено 140 жеребят, из них 68 с аниридией. Матери жеребят и оба родителя Годвана были здоровыми. Как наследуется признак? Почему он появился у Годвана? Можно ли использовать на племя здоровых детей Годвана?
- 18.** От скрещивания желтых морских свинок с белыми рождаются только кремовые потомки. Скрещивание кремовых свинок между собой всегда дает расщепляющееся потомство: 25 % желтых: 50 % кремовых: 25 % белых. Определите генотипы и напишите схему этого скрещивания.
- 19.** От скрещивания растений ночной красавицы, имеющих красные и белые цветки, получено  $F_1$  с розовыми цветками. Какая окраска цветков будет у растений, полученных от обоих возвратных скрещиваний?
- 20.** От скрещивания черного петуха с белой курицей появились крапчатые цыплята, а в  $F_2$  получено расщепление: 1 часть черных, 2 – крапчатых и 1 – белый. Какое будет потомство от скрещивания крапчатых с черными и белыми?
- 21.** От скрещивания горностаевых петуха и курицы получено 46 цыплят. Из них 24 горностаевых, 12 черных и 10 белых. Как наследуется горностаевая окраска? Какими скрещиваниями можно проверить эту гипотезу? Каких родителей нужно брать для скрещивания, чтобы получать только горностаевых цыплят?
- 22.** Некоторые варианты окраски крупного рогатого скота определяются по типу кодоминантного взаимодействия аллелей одного гена. У гомозигот  $AA$  красная масть, у гетерозигот – чалая (серая с примесью красных волос), у гомозигот  $aa$  – белая. Какова вероятность рождения разных по масти телят в скрещиваниях чалого быка с коровами всех трех мастей?
- 23.** У мужа и жены волнистые волосы, у их сына – курчавые, дочери – прямые (гладкие). Сын женился на женщине с волнистыми волосами, дочь вышла замуж за курчавого мужчину. Какие дети, и с какой вероятностью могут родиться в этих браках?
- 24.** Широколистные растения львиного зева при скрещивании между собой всегда дают потомство с широкими листьями, а узколистные – только с узкими листьями. При скрещивании узколистных с широколистными получаются растения с листьями средней ширины. Каким будет потомство от скрещиваний:



- а) двух растений с листьями средней ширины?
- б) узколистного с растением, имеющим листья средней ширины?

25. От скрещивания растений красноплодного сорта земляники между собой всегда получается красноплодное потомство, а от скрещивания растений белоплодного сорта – белоплодное. В результате скрещивания растений этих сортов между собой получают гибриды с розовыми ягодами.

1. Какое потомство получится от опыления красноплодной земляники пыльцой растения с розовыми ягодами?

2. От скрещивания растений земляники с розовыми ягодами между собой получено 15 475 кустов, из них 25 % – с красными ягодами. Приблизительно сколько растений будут похожи на родительские формы?

## 5.2. Множественный аллелизм

Анализ предыдущих задач может привести к выводу о том, что любой ген существует только в двух различных вариантах (аллелях) – доминантном или рецессивном. На самом деле это не так. С точки зрения молекулярной генетики ген – это участок молекулы ДНК, в котором закодирована последовательность аминокислотных остатков определенного полипептида. Рассматривая ген с этой точки зрения, трудно представить, чтобы участок молекулы ДНК (состоящий из сотен и тысяч последовательно расположенных пар нуклеотидов) мог быть представлен в популяции только двумя вариантами. Более вероятно, по-видимому, обратная ситуация: ген должен иметь огромное число различных состояний. Почему же при изучении многих морфологических признаков мы не наблюдаем столь большого разнообразия альтернативных проявлений этих признаков? Это объясняется рядом причин, которые связаны как с вырожденностью генетического кода, так и с неодинаковой значимостью разных участков молекул белков-ферментов для осуществляемых ими реакций (существенны лишь такие мутации, которые изменяют активность фермента). Многие мутации вообще не совместимы с жизнью, и эмбрионы с такими грубыми аномалиями погибают еще до рождения. Именно поэтому на уровне макропризнаков организма проявляются сравнительно немногие мутации генов. Тем не менее методами формальной генетики выявляются случаи *множественного аллелизма* – разнообразия аллелей одного гена. Вся совокупность фенотипически проявляющихся аллелей гена называется серией множественных аллелей. Каждый диплоидный организм содержит, естественно, только два аллеля из этой серии, а генотип, состоящий из двух аллелей серии, называется *компаундом*.

Явление множественного аллелизма резко увеличивает разнообразие генотипов и соответственно фенотипов. Так, например, серия из трех аллелей обуславливает наличие шести различных генотипов, серия из четырех аллелей обеспечивает образование десяти компаундов. Число различных компаундов ( $m$ ), которое можно

получить из серии, состоящей из  $n$  аллелей какого-либо гена, можно определить по формуле

$$m = n(n + 1)/2.$$

### Задачи

**26.** У кроликов аллели нескольких типов окраски находятся в одних и тех же локусах и являются мутациями гена сплошной (дикой) окраски. Сплошная окраска ( $C$ ) доминирует над всеми остальными типами окраски. Шиншилловая ( $c^{ch}$ ) и гималайская ( $c^h$ ) окраски доминируют над альбинизмом ( $c$ ). Гетерозиготы по аллелям шиншилловой и гималайской окрасок ( $c^{ch}c^h$ ) светло-серые.

1. От скрещивания шиншилловых кроликов с гималайскими все первое поколение светло-серое. Полученные гибриды скрещивались между собой. В  $F_2$  получено: 99 светло-серых крольчат, 48 гималайских и 51 шиншилловых. Определите генотипы родителей и потомков первого и второго поколений.

2. Чтобы создать породу кроликов светло-серой окраски, скрещивали их между собой, но получали только половину светло-серых 62 крольчат, остальные были гималайской и шиншилловой окрасок. Определите генотипы скрещиваемых животных и их потомков.

3. От скрещивания сплошь окрашенных кроликов с гималайскими получили 41 крольчонка с окраской дикого типа, 19 гималайских и 21 альбиноса. Каковы генотипы родительских форм и всех потомков?

4. От скрещивания кроликов шиншилловой окраски с гималайскими получено потомство, содержащее по 25 % светло-серых, шиншилловых, гималайских и альбиносов. Определите генотипы родителей и крольчат.

5. На ферме имеются гималайские самки и шиншилловые самцы. При скрещивании они дают 25 % альбиносов. Какой должен быть генотип самцов, чтобы не рождались альбиносы?

**27.** Длина хвоста мышей определяется серией аллелей одного локуса:  $A, a, a_1, a_2$ . Гомозиготное состояние любого из аллелей вызывает гибель эмбрионов. У гетерозигот  $Aa$  укороченный хвост,  $Aa_1$  – бесхвостые,  $aa_1, aa_2$  и  $a_1a_2$  – нормальные. Определите вероятные генотипы и фенотипы потомства от скрещивания бесхвостых мышей с мышами, имеющими укороченный хвост.

**28.** У некоторых видов растений существуют множественные аллели, препятствующие самоопылению. Сущность явления состоит в том, что пыльцевое зерно не прорастает на рыльце пестика женского растения, несущего гомологичный аллель. Например, если женский организм имеет генотип  $S^1S^2$ , то оплодотворение возможно пылью, несущей аллели  $S^3, S^4, S^5, \dots, S^{15}$ , но никак не  $S^1$  или  $S^2$ .

У видов табака установлено 15 аллелей этого локуса. Проводились следующие скрещивания растений (слева женский генотип, справа – мужской):

- 1)  $S^1S^2$  x  $S^3S^4$ ; 2)  $S^1S^2$  x  $S^2S^3$ ; 3)  $S^1S^2$  x  $S^1S^2$ .

Во всех ли скрещиваниях произойдет оплодотворение и какой процент пыльцевых зерен прорастет в каждом скрещивании?

**29.** Если у некоторых животных есть серия из 4 аллелей в I хромосоме ( $C$ ;  $C^1$ ;  $C^2$ ;  $C^3$ ) и другая серия из 2 аллелей ( $D$  и  $d$ ) во II хромосоме, то как много различных генотипов по этим двум сериям аллелей теоретически возможно в популяции?

**30.** У некоторых растений есть серия из 30 аллелей, определяющих их самостерильность. Сколько разновидностей генотипов теоретически возможно в популяции таких растений?

### 5.3. Наследование групп крови

Классическим и очень важным примером множественного аллелизма является генетическое определение групп крови системы *ABO*. У человека группы крови этой системы определяются тремя аллелями одного локуса:  $I^A$ ,  $I^B$ ,  $I^O$ . Различные сочетания аллелей дают четыре группы крови:

$I^O I^O$  – первая (или 0),  $I^A I^O$  или  $I^A I^A$  – вторая (или A),  $I^B I^B$  или  $I^B I^O$  – третья (или B),  $I^A I^B$  – четвертая (или AB).

Кроме *ABO* у человека существуют и другие системы групп крови, например резус, MN. Всего выделяют более десяти различных систем групп крови. Каждая система определяется выработкой антигенов на поверхности эритроцитов и соответствующих антител к чужеродным антигенам в сыворотке. Определение групп крови имеет большое практическое значение не только в медицине, но и в судебно-следственной практике.

#### Задачи

**31.** У человека есть группы крови системы MN. В браках людей с группой крови M рождаются дети только с этой же группой. В браках людей с группой крови N – дети только с группой N. В браках MN x M – дети с группами крови родителей. Какие могут родиться дети у родителей с группой крови MN; в браке M x N?

**32.** Родители имеют группы крови A и B. Какие группы крови могут быть у их детей?

**33.** У матери II группа крови, у сына – I, у дочери – III. Какая группа крови у отца? Каковы генотипы родителей и детей?

**34.** У сына I группа крови, у его сестры – IV. Каковы группы крови и генотипы родителей?

**35.** На двух новорожденных мальчиков с I и IV группами крови претендуют две пары родителей. У родителей одной пары II и III группы крови, у другой родительской пары – II и IV. Определите, кто чей сын.

**36.** У матери и ее сына II группа крови, у дочери – I, у отца – III группа. Сын женится на женщине с IV группой крови. Какие дети могут родиться в этом браке? Нарисуйте возможную родословную.

37. Может ли у двух родителей с резус-отрицательной кровью родиться резус-положительный ребенок? У двух резус-положительных родителей – резус-отрицательный ребенок?

38. У жены кровь резус-положительная, у мужа – резус-отрицательная, у матери жены также резус-отрицательная. У супругов родились резус-положительные дочь и сын. Может ли у них родиться резус-отрицательный ребенок? Напишите схему этого брака и нарисуйте возможную родословную.

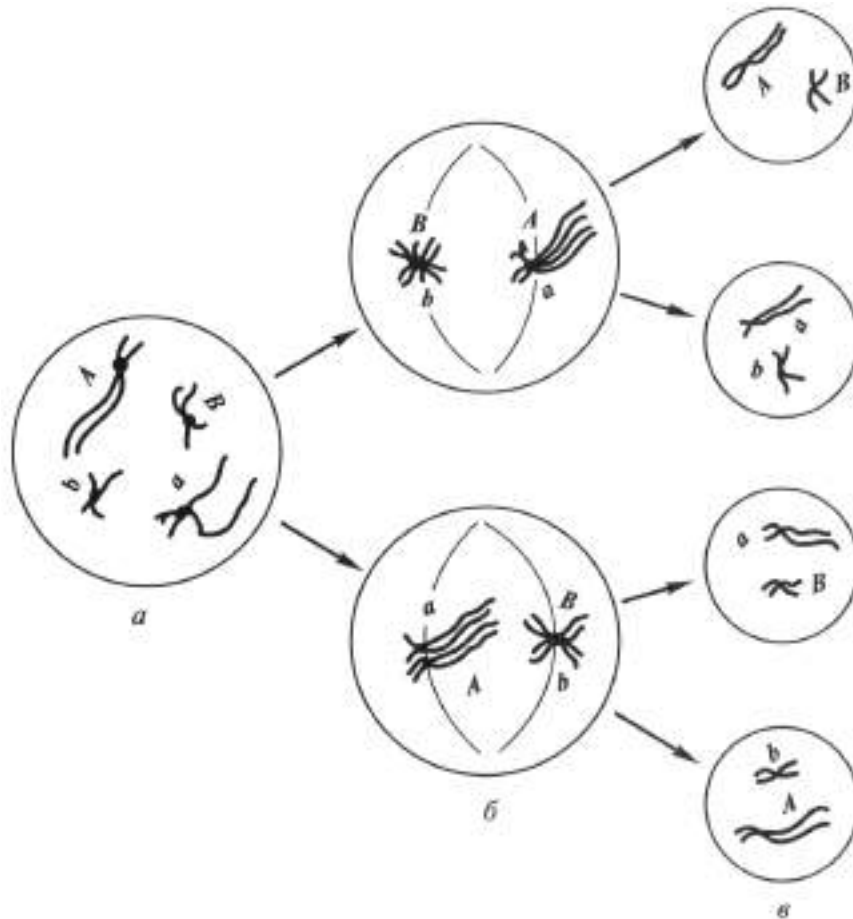
### Часть III. НЕЗАВИСИМОЕ НАСЛЕДОВАНИЕ ПРИЗНАКОВ

Явление независимого наследования отражает тот факт, что аллели генов, определяющие неальтернативные признаки, распределяются в гаметы независимо друг от друга. Цитологический механизм, определяющий независимое наследование, – мейоз, точнее – первое деление мейоза. Разные пары альтернативных признаков, гены которых находятся в разных парах гомологичных хромосом, всегда наследуются независимо. Это связано с тем, что в метафазе митоза I хромосомы разных гомологичных пар, проконъюгировавших друг с другом, ориентируются в экваториальной плоскости клетки независимо друг от друга (рисунок 15). Следствием независимого расхождения разных пар хромосом является равновероятное образование гамет с различными сочетаниями материнских и отцовских гомологов, а, следовательно, и содержащихся в них аллелей. Так, например, дигетерозигота  $AaBb$  с одинаковой частотой образует четыре типа гамет:  $Ab$ ,  $aB$ ,  $AB$ ,  $ab$ ; тригетерозигота  $AaBbCc$  – восемь типов и т.д.

Число типов гамет для генотипа, содержащего  $n$  гетерозиготных генов, определяется формулой  $2^n$ . Эта формула справедлива как для независимого, так и для сцепленного наследования (когда аллели принадлежат одной паре хромосом). Различие лишь в том, что при независимом наследовании все типы гамет образуются с одинаковой частотой, а при сцепленном – с разной.

Проявлением независимого наследования в скрещивании  $AaBb \times AaBb$  является образование четырех фенотипических классов потомков в соотношении  $9 A-B- : 3A-bb : 3aaB- : 1 aabb$ . Именно поэтому, получив такое соотношение во втором поколении дигибридного скрещивания, Г. Мендель сделал вывод о независимом наследовании различных пар альтернативных признаков.

Однако независимое наследование проявляют и некоторые признаки, гены которых расположены в одной паре хромосом, если локусы находятся очень далеко друг от друга. Это обусловлено тем, что на участке между далеко расположенными локусами обычно всегда происходит кроссинговер, приводящий к образованию рекомбинантных гамет. В частности, некоторые из признаков гороха, изучавшихся Менделем, являются сцепленными, хотя и проявляют независимое наследование.



а – профазы I; б – два равновероятных варианта ориентации бивалентов на экваторе клетки в метафазе I; в – четыре равновероятных типа гамет (В. И. Никольский, 2012).

Рисунок 15 – Независимое поведение двух пар гомологичных хромосом в фазах первого деления мейоза.

### Методика решения задач

Решение задач на независимое наследование основано на анализе результатов ди- и полигибридных скрещиваний, в которых рассматривается наследование двух, трех, реже – большего числа неальтернативных признаков. Главные принципы анализа те же, что и при моногибридном скрещивании: а) все аллели парные; б) один аллель каждой пары потомки получают от материнского, второй – от отцовского организма; в) каждая гамета содержит по одному аллелю всех генов организма (исключением являются гены половых хромосом). Дополнительный принцип – гетерозигота по  $n$  генам образует  $2^n$  типов гамет с одинаковой частотой.

## Тема 6. ДИ- И ТРИГИБРИДНЫЕ СКРЕЩИВАНИЯ

При скрещивании ди- и тригибридов приходится определять генотипы потомства путем соединения четырех или восьми различных типов гамет, соответственно. Для облегчения этой процедуры используется решетка Пеннета (рисунок 16).

В тригибридном скрещивании приходится определять генотипы в потомстве тригетерозиготы  $AaBbCc$ . Для этого используется решетка Пеннета размером 8 x 8 клеток

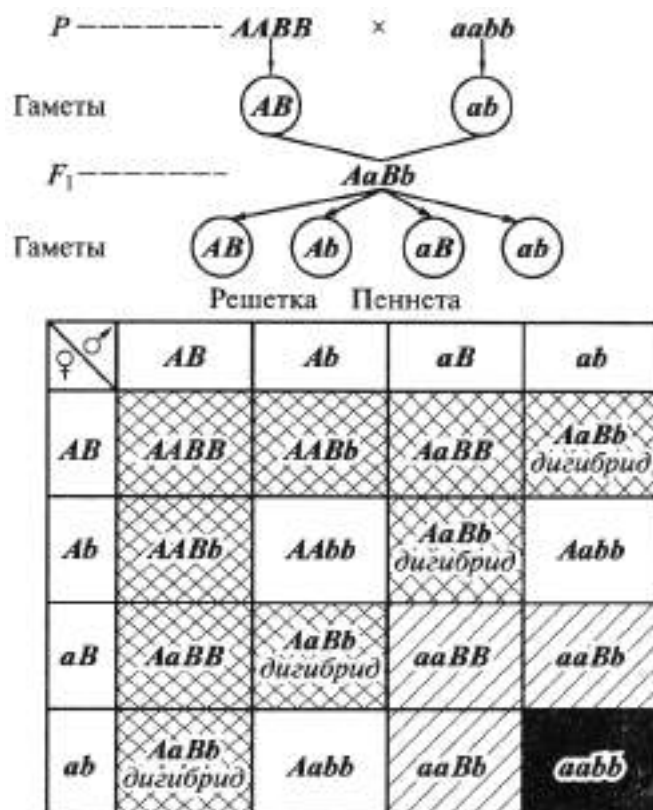


Рисунок 16 – Использование решетки Пеннета для определения генотипов и фенотипов потомков второго поколения в дигибридном скрещивании (В. И. Никольский, 2012).

*Пример решения задачи.* У кур черная окраска оперения определяется геном  $E$ , бурая –  $e$ , наличие хохла –  $C$ , отсутствие –  $c$ . Бурый хохлатый петух скрещен с черной курицей без хохла. В их потомстве половина цыплят черных хохлатых и половина бурых хохлатых. Каковы генотипы родителей – петуха и курицы? Какое потомство получится от скрещивания между двумя типами гибридов из  $F_1$ ?

1. Запишем условие и схему скрещивания и проведем анализ генотипов родителей и гибридов первого поколения:

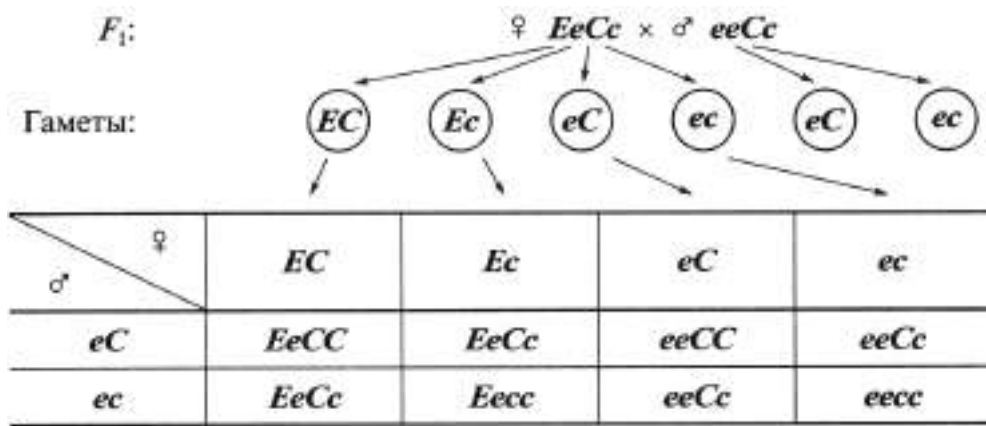
$E$  – черное оперение,  $e$  – бурое оперение,  $C$  – наличие хохолка,  $c$  – отсутствие хохолка.

$P$ : ♀  $E-cc$  x ♂  $eeC-$

$F_1$ : 50%  $E-C-$ ; 50%  $eeC-$

По генотипам потомков определяем, что генотип курицы –  $Eecc$ . Генотип петуха –  $eeCC$ , так как потомство единообразное (все с хохолком). Отсюда полные генотипы потомков:  $EeCc$  и  $eeCc$ .

2. Определяем генотипы второго поколения с помощью решетки Пеннета. Размер решетки определяем по числу типов гамет, образуемых потомками из  $F_1$ :



Определяем наиболее вероятное расщепление по фенотипу:

$\frac{3}{8} - E-C-$  – черные хохлатые;  $\frac{3}{8} - eeC-$  – бурые хохлатые;

$\frac{1}{8} - E-cc$  – черные без хохла;  $\frac{1}{8} - eecc$  – бурые без хохла.

### Задачи

**39.** У собак черная окраска шерсти определяется геном  $B$ , коричневая –  $b$ , сплошная –  $S$ , пегая –  $s$ . Коричневый, сплошь окрашенный отец и черно-пегая мать имеют 5 щенков: 1 черный, сплошь окрашенный, 1 коричневый, сплошь окрашенный, 1 черно-пегий и 2 коричнево-пегих. Каковы генотипы родителей и щенков?

**40.** Курица и петух черные хохлатые. От них получено 13 цыплят: 7 черных хохлатых, 3 бурых хохлатых, 2 черных без хохла и 1 бурый, без хохла. Каковы генотипы петуха и курицы?

**41.** Растение флокса с белыми воронковидными цветками скрещено с растением, имеющим плоские кремовые цветки. Из 76 потомков 37 имеют цветки белые плоские и 39 – кремовые плоские. Определите генотипы исходных растений и потомства.

**42.** Красная окраска плода томатов определяется доминантным геном  $R$ , желтая –  $r$ , нормальный рост растения –  $D$ , карликовый –  $d$ . Имеются сорта желтоплодный, с нормальным ростом и красноплодный, карликовый. Как с этим исходным материалом целесообразнее получить гомозиготные формы: красноплодную нормальную и желтоплодную карликовую? Какую получить легче?

**43.** У дурмана пурпурная окраска цветков ( $P$ ) доминирует над белой ( $p$ ), колючие семенные коробочки ( $S$ ) – над гладкими ( $s$ ). От скрещивания пурпурноцветкового растения с гладкими коробочками и белоцветкового колючего получено 420 пурпурноцветковых колючих и 390 пурпурноцветковых гладких. Каковы будут фенотипы и генотипы потомков от скрещивания между двумя типами  $F_1$ ?

**44.** Скрещены гомозиготные растения дурмана:

- 1) пурпурноцветковые, с колючими коробочками × белоцветковые, с гладкими коробочками;

- 2) пурпурноцветковые, с гладкими коробочками x белоцветковые, с гладкими коробочками;
- 3) растение из  $F_1$  от скрещивания № 1 скрещено с растением из  $F_1$  от скрещивания № 2.

Какое получится потомство в каждом из скрещиваний?

**45.** Два растения тыквы с белыми дисковидными плодами скрещены между собой. Получено: 28 растений с белыми дисковидными плодами, 9 – с белыми шаровидными, 10 – с желтыми дисковидными, 3-е желтыми шаровидными. Определите генотипы родителей. Какое получится потомство при самоопылении растений каждого фенотипического класса?

**46.** От скрещивания белой хохлатой курицы с черным без хохла петухом появились хохлатые цыплята с пестрым (белое с черными крапинками) оперением. Определите расщепление в  $F_2$ . Что получится, если гибриды  $F_1$  скрестить с обеими исходными формами?

**47.** От скрещивания двух сортов земляники, один из которых имеет усы и красные ягоды, а у второго усы отсутствуют и ягоды белые, растения  $F_1$  имеют усы и розовые ягоды. Можно ли вывести сорт с розовыми ягодами и безусый?

**48.** Кареглазый (доминантный) левша (рецессивный) женился на голубоглазой женщине, лучше владеющей правой рукой, чем левой. У них родился голубоглазый ребенок левша. Какие генотипы у матери, отца и ребенка? Какие еще могут родиться дети у этих родителей?

**49.** На резус-отрицательного ребенка, имеющего группу крови MN, претендуют две родительские пары: а) мать резус-отрицательная с группой крови M и отец резус-положительный с группой крови M; б) мать резус-положительная с группой крови N и отец тоже резус-положительный с группой крови M. Какой паре принадлежит ребенок?

**50.** Если отец глухонемой (рецессивный признак) с белым локоном над лбом (доминантный признак), мать здорова и не имеет белой пряди, а ребенок родился глухонемой и с белым локоном над лбом, то можно ли сказать, что он унаследовал признаки от отца? Какие еще дети могут родиться в этой семье?

**51.** Отец с курчавыми волосами (AA), без веснушек (b), мать с прямыми волосами (aa) и с веснушками (B) имеют троих детей. Все дети имеют веснушки и волнистые волосы (Aa). Определите генотипы родителей и детей.

**52.** Если женщина с веснушками и волнистыми волосами, отец которой был без веснушек и имел прямые волосы, выходит замуж за мужчину с веснушками и прямыми волосами (оба родителя его имели такие же признаки), то какие дети у них могут быть?

**53.** Плоды томатов бывают красные и желтые, гладкие и опушенные. Ген красного цвета доминантный, ген опушенности рецессивный. Локусы генов находятся в разных, негомологичных, хромосомах.



- 1) Какое потомство можно ожидать от скрещивания гетерозиготных томатов с красными гладкими плодами с особью, гомозиготной по обоим рецессивным признакам?
- 2) Из собранного урожая помидоров оказалось 36 т гладких красных и 12 т красных пушистых. Сколько в урожае желтых пушистых помидоров, если исходный материал был гетерозиготным по обоим признакам?

**54.** При скрещивании двух растений гороха, имеющих желтые и гладкие горошины, получилось потомство в соотношении: желтых гладких – 3, желтых морщинистых – 1. Желтые морщинистые вновь скрещивались с желтыми гладкими. В их потомстве произошло расщепление на желтые гладкие и желтые морщинистые в отношении 1:1. Полученные после второго скрещивания желтые морщинистые растения вновь скрещивались с желтыми гладкими. Потомство расщепилось в соотношении: 3 части желтых гладких, 3 – желтых морщинистых, 1 – зеленых гладких и 1 – зеленых морщинистых. Определите генотипы родителей и потомства по всем трем скрещиваниям.

**55.** Скрещивались две породы тутового шелкопряда, которые отличались двумя парами признаков: у одной породы одноцветные гусеницы, плетущие желтые коконы, у другой – полосатые гусеницы, плетущие белые коконы. В первом поколении все гусеницы были полосатыми и плели желтые коконы. Во втором поколении получилось следующее расщепление: 6 385 полосатых гусениц, плетущих желтые коконы; 2 147 полосатых с белыми коконами, 2 099 одноцветных с желтыми коконами и 690 одноцветных с белыми коконами. Определите генотипы исходных форм и потомства первого и второго поколений.

**56.** Черная масть крупного рогатого скота доминирует над рыжей, а белоголовость – над сплошной окраской головы. Какое потомство можно получить от скрещивания черного гетерозиготного быка со сплошь окрашенной головой и рыжей белоголовой коровы, гетерозиготной по белоголовости? Гены обоих признаков находятся в разных парах хромосом.

**57.** Комолость крупного рогатого скота доминирует над рогатостью, черный окрас – над красным. Локусы генов не сцеплены.

- 1) Скрещивается гетерозиготный по обоим генам черный комолый бык с такой же коровой. Какие могут быть телята?
- 2) В племенном хозяйстве в течение ряда лет скрещивали черных комолых коров с черным комолым быком. Получено 889 телят: 545 черных комолых, 163 красных комолых. Сколько было рогатых телят и какая часть из них красного цвета?
- 3) В хозяйстве от рогатых красных коров получено 984 теленка. Из них красных 472, комолых 483, рогатых 501. Определите генотипы родителей и процент черных телят.

**58.** У собак черный цвет шерсти доминирует над кофейным, а короткая шерсть над длинной. Гены этих признаков находятся в разных хромосомах.

- 1) Какой процент черных короткошерстных щенков можно ожидать от скрещивания двух особей, гетерозиготных по обоим признакам?
- 2) Охотник купил черную собаку с короткой шерстью. Какого партнера по фенотипу и генотипу надо подобрать для скрещивания, чтобы проверить генотип купленной собаки?

**59.** У человека карий цвет глаз доминирует над голубым, а умение владеть правой рукой – над леворукостью. Гены расположены в разных хромосомах.

- 1) Какими могут быть дети, если оба их родителя гетерозиготны?
- 2) Какими могут быть дети, если отец левша, но гетерозиготен по цвету глаз, а мать голубоглазая, но гетерозиготна в отношении умения владеть руками.
- 3) Голубоглазый правша женился на кареглазой правше. У них родились дети – кареглазый левша и голубоглазый правша. Определите вероятность рождения в этой семье голубоглазых детей, лучше владеющих левой рукой.

**60.** Некоторые формы близорукости доминируют над нормальным зрением, а карий цвет глаз – над голубым. Гены этих признаков находятся в разных хромосомах.

- 1) Какое потомство можно ожидать в браке гетерозиготных по обоим признакам родителей?
- 2) Какое потомство можно ожидать от брака гетерозиготного по обоим генам мужчины и голубоглазой женщины с нормальным зрением?

**61.** Полидактилия, близорукость и отсутствие малых коренных зубов – доминантные аутосомные признаки. Гены всех трех признаков находятся в разных парах хромосом. Какова вероятность рождения детей без аномалий в семье, где оба родителя гетерозиготны по всем парам генов? Определите вероятность рождения детей без аномалий в семье, о которой известно следующее. Мать жены была шестипалой, а отец – близорукий. В отношении других признаков они нормальны. Жена унаследовала от родителей обе аномалии. Мать мужа не имела малых коренных зубов, имела нормальное зрение и пятипалую кисть. Отец мужа был нормален в отношении всех трех признаков. Муж унаследовал аномалию матери.

**62.** Некоторые формы катаракты и глухонемоты у человека передаются как аутосомные рецессивные несцепленные между собой признаки. Отсутствие резцов и клыков верхней челюсти может передаваться как рецессивный признак, несцепленный с катарактой и глухонемотой. Какова вероятность рождения детей со всеми тремя аномалиями в семье, где оба родителя гетерозиготны по всем трем парам генов? Какова вероятность рождения детей со всеми тремя аномалиями в семье, где один из родителей страдает катарактой и глухонемотой, но гетерозиготен по третьему признаку, а второй супруг гетерозиготен по катаракте и глухонемоте, но страдает отсутствием резцов и клыков в верхней челюсти?

**63.** Катаракты имеют несколько разных наследственных форм. Большинство из них – доминантные аутосомные признаки, некоторые – рецессивные аутосомные несцепленные признаки. Какова вероятность рождения детей с катарактой, если оба родителя страдают доминантной формой и гетерозиготны по ней и еще гетерозиготны по двум рецессивным формам катаракты?

**64.** Длинношерстного, курчавого, черного самца морской свинки скрещивали с белой самкой, шерсть которой курчавая, короткая. В нескольких пометах получено: 15 курчавых короткошерстных черных, 13 курчавых длинношерстных черных, 4 гладких короткошерстных черных и 5 гладких длинношерстных черных свинок. Каковы генотипы родителей? Какое теоретическое соотношение по фенотипу можно ожидать среди потомства?

**65.** Черные морские свинки с курчавой шерстью при скрещивании друг с другом дали потомков – курчавого белого и гладкого черного. Каких еще потомков можно ожидать в дальнейшем от этих свинок?

**66.** Белое оперение кур доминирует над окрашенным, оперенность голени – над голоногостью, гороховидный гребень – над листовидным. Скрещены гомозиготная белая курица с оперенными ногами и гороховидным гребнем и окрашенный голоногий петух с листовидным гребнем. Какая часть белых с гороховидным гребнем и оперенными ногами потомков  $F_2$  от этого скрещивания не даст расщепления при скрещивании с окрашенными голоногими птицами с листовидным гребнем?

## Тема 7. НАСЛЕДОВАНИЕ ПРИЗНАКОВ, СЦЕПЛЕННЫХ С ПОЛОМ

У большинства видов различия между мужским и женским организмами обнаруживаются уже на уровне хромосом. Если распределить все метафазные хромосомы по длине и значению центромерного индекса, то у одного из полов обнаружится одна пара гетероморфных хромосом. Одна из хромосом этой пары имеется в кариотипе особей только одного из полов, другая – обоих полов, причем у одного из полов она представлена, как и все остальные хромосомы, двумя экземплярами. Хромосомы этой пары, по которой один пол отличается от другого, называются половыми. Все остальные хромосомы, по которым нет различий между полами, называются *аутосомами*.

Пол, у которого половые хромосомы одинаковые, называется *гомогаметным* (он образует одинаковые по составу половых хромосом гаметы). У дрозофилы, человека, всех млекопитающих, а также у многих видов растений гомогаметным является женский пол, у птиц, бабочек, некоторых видов рыб и рептилий – мужской.

Пол, у которого половые хромосомы гетероморфные, называется *гетерогаметным* (он образует гаметы с X- и Y- хромосомами в равном соотношении).

*X*-хромосома обычно крупнее *Y*-хромосомы. В *X*- и *Y*-хромосомах есть участки, гомологичные друг другу, которые содержат аллельные гены. Признаки, определяемые такими генами, должны менделировать, т.е. подчиняться менделевским законам расщепления. Но большие части *X*- и *Y*-хромосом негомологичны – для многих генов *X*-хромосомы в *Y*-хромосоме аллелей нет (как, например, у гена классической гемофилии), и, наоборот, в негомологичном участке *Y*-хромосомы содержатся гены, у которых нет аллелей в *X*-хромосоме (например, ген, определяющий оволосение края ушной раковины человека).

Вспомним, как определяется пол. В процессе мейоза половые хромосомы расходятся в разные гаметы. Поэтому женские гаметы (если гомогаметный пол женский) несут по одной *X*-хромосоме. Мужских же гамет – два типа: половина с *X*-, половина с *Y*-хромосомой. При слиянии гамет во время оплодотворения определяется пол будущего организма: если яйцеклетка сольется со сперматозоидом, несущим *X*-хромосому, то будет развиваться женский организм, если же со сперматозоидом, несущим *Y*-хромосому, – разовьется мужской организм. Так как эти два варианта равновероятны, соотношение полов равно 1:1.

Признаки, гены которых находятся в половых хромосомах, называются *сцепленными с полом*. *X*-хромосома содержит гораздо больше генов, чем *Y*-хромосома, поэтому большинство этих признаков сцеплено с *X*-хромосомой.

Если ген сцеплен с *Y*-хромосомой, он передается из поколения в поколение только мужчинам от мужчин. Если ген сцеплен с *X*-хромосомой, он может передаваться от отца только дочерям, а от матери – в равной степени дочерям и сыновьям. Если сцепленный с *X*-хромосомой признак является рецессивным, то у женщин он может проявляться только в гомозиготном состоянии. У мужчин второй *X*-хромосомы нет, поэтому такой признак проявляется всегда.

При анализе признаков, сцепленных с полом, в схемах скрещиваний используются условные обозначения не только генов, но и половых хромосом (рисунок 17).

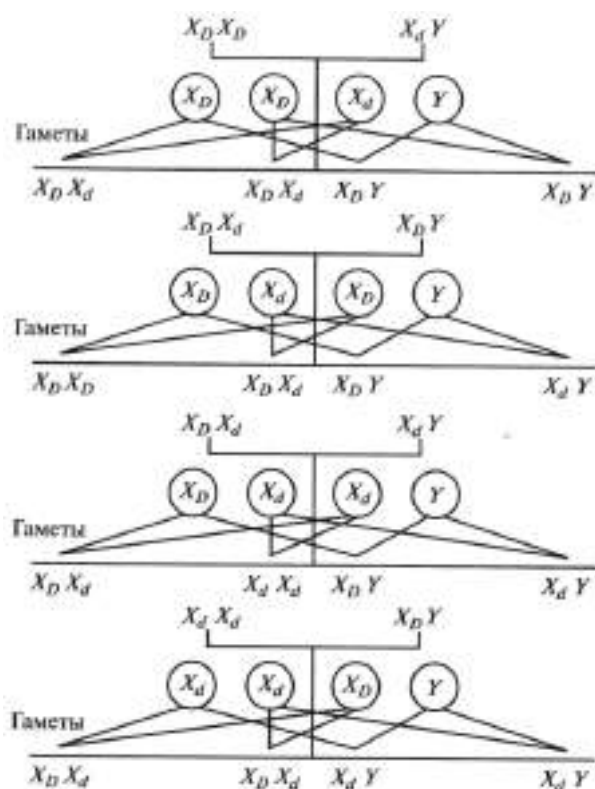


Рисунок 17 – Схема наследования дальтонизма (цветовой слепоты) у человека (В. И. Никольский, 2012).

## Задачи

**67.** В лаборатории скрещивали красноглазых самок дрозофил с красноглазыми самцами. В потомстве оказалось 69 красноглазых и белоглазых самцов и 71 красноглазая самка. Определите генотипы родителей и потомства, напишите схему скрещивания, если известно, что красный цвет глаз доминирует над белым, а гены цвета глаз находятся в *X*-хромосоме.

**68.** У некоторых пород кур гены белой и полосатой окраски оперения сцеплены с *X*-хромосомой. Полосатость доминирует над белой сплошной окраской. Гетерогаметный пол у кур (как у всех птиц) женский.

- 1) На птицеферме белых кур скрестили с полосатыми петухами и получили как петухов, так и кур с полосатым оперением. Полученных гибридов скрестили между собой и получили 594 полосатых петуха и 607 полосатых и белых кур. Определите генотипы родителей и потомков первого и второго поколений.
- 2) От скрещивания полосатых петухов и белых кур получено 40 полосатых петухов и кур и 38 белых петухов и кур. Определите генотипы родителей и потомства.

**69.** У кошек имеется сцепленный с *X*-хромосомой ген, определяющий цвет шерсти. Аллели гена взаимодействуют по кодоминантному типу. В определяет рыжий цвет, *b* – черный. У гетерозигот окраска черепаховая (черные и рыжие пятна). Какие могут родиться котята, если скрестить: а) рыжую кошку с черным котом; б) черепаховую кошку с черным котом; в) черепаховую кошку с рыжим котом; г) черную кошку с рыжим котом?

**70.** У канареек сцепленный с полом ген *B* определяет зеленое оперение, *b* – коричневое. Аутосомный ген *C* – определяет хохлатость, *c* – отсутствие хохолка. Какое потомство в первом и втором поколениях можно ожидать от скрещивания гомозиготного зеленого хохлатого самца с коричневой самкой без хохла?

**71.** Кареглазая женщина, обладающая нормальным зрением, отец которой имел голубые глаза и страдал цветовой слепотой, вышла замуж за голубоглазого мужчину с нормальным зрением. Каких детей по этим признакам и с какой вероятностью можно ожидать в этом браке? Карий цвет глаз – доминантный аутосомный признак, цветовая слепота рецессивный признак, ген которого находится в *X*-хромосоме.

**72.** Гемофилия – сцепленная с *X*-хромосомой рецессивная болезнь. Альбинизм – аутосомный признак. У супругов, нормальных по этим признакам, родился сын с обеими аномалиями. Какова вероятность рождения в этой семье нормального по обоим признакам сына? Нормальной дочери?

**73.** Глухой мужчина и к тому же дальтоник женился на женщине с нормальными зрением и слухом. У них родились глухой сын с нормальным зрением и дочь дальтоник с нормальным слухом. Определите генотипы родителей и детей, если из-

вестно, что оба признака рецессивные, но глухота – аутосомный признак, а дальтонизм сцеплен с X-хромосомой.

**74.** Потемнение зубов может определяться двумя доминантными генами, один из которых находится в аутосоме, другой – в X-хромосоме. У мужа и жены, имеющих темные зубы, родились сын и дочь с белыми зубами. Известно, что у отца мужа были темные зубы, а у его матери – белые. У матери жены были темные зубы. Какова вероятность рождения следующего ребенка без аномалий, если установлено, что у жены дефект обусловлен сцепленным с полом геном? Нарисуйте возможную родословную и подпишите генотипы всех ее членов.

**75.** Женщина правша, кареглазая, с нормальным зрением вышла замуж за мужчину правшу, голубоглазого и дальтоника. У них родилась голубоглазая дочь левша и дальтоник. Каковы генотипы родителей и дочери? Какие еще дети могут родиться в этой семье и с какой вероятностью? Цвет глаз и способность владения правой или левой рукой – аутосомные признаки.

**76.** Ангидротическая эктодермальная дисплазия (см. приложение 2) – сцепленный с X-хромосомой рецессивный признак. Альбинизм – аутосомный рецессивный признак. У супругов, нормальных по обоим признакам, родился сын с обеими аномалиями. Какова вероятность рождения у этих родителей нормальной по обоим признакам дочери? Нормального сына?

**77.** В семье, где жена имеет I группу крови, а муж IV, родился сын дальтоник с III группой крови. Оба родителя различают цвета нормально. Каковы вероятности рождения здорового сына и его возможные группы крови? Дальтонизм – рецессивный, сцепленный с X-хромосомой признак.

**78.** У родителей с группой крови II родился сын с группой крови I и гемофилией. Оба родителя здоровы. Определите вероятность рождения следующего ребенка здоровым и его возможные группы крови.

**79.** Отосклероз – доминантный аутосомный признак с пенетрантностью 30 %. Отсутствие верхних боковых резцов – сцепленный с X-хромосомой рецессивный признак с полной пенетрантностью. Определите вероятность рождения детей с обеими аномалиями в семье, где мать гетерозиготна по генам обоих признаков, а отец нормален по обоим парам генов.

**80.** Отосклероз наследуется как доминантный аутосомный признак с пенетрантностью 30 %. Гипертрихоз наследуется как признак, сцепленный с Y-хромосомой, с полным проявлением к 17 годам. Определите вероятность проявления одновременно обеих аномалий у детей в семье, где жена нормальна и гомозиготна по нормальному гену отосклероза, муж имеет обе аномалии, а его мать была гомозиготной по нормальному гену отосклероза.

## Тема 8. АНАЛИЗ РОДОСЛОВНЫХ

Путем анализа наследования признака в течение нескольких поколений родственников можно установить характер наследования признака, генотипы отдельных членов рода, определить вероятность проявления признака у еще не родившихся детей. Метод анализа родословных получил название *генеалогического*. Он служит основой проведения медико-генетических консультаций.

Составление родословных таблиц имеет свои правила (рисунок 18). Лицо, по отношению к которому составляется таблица, называется *пробандом*. На рисунке пробанд указывается стрелкой.

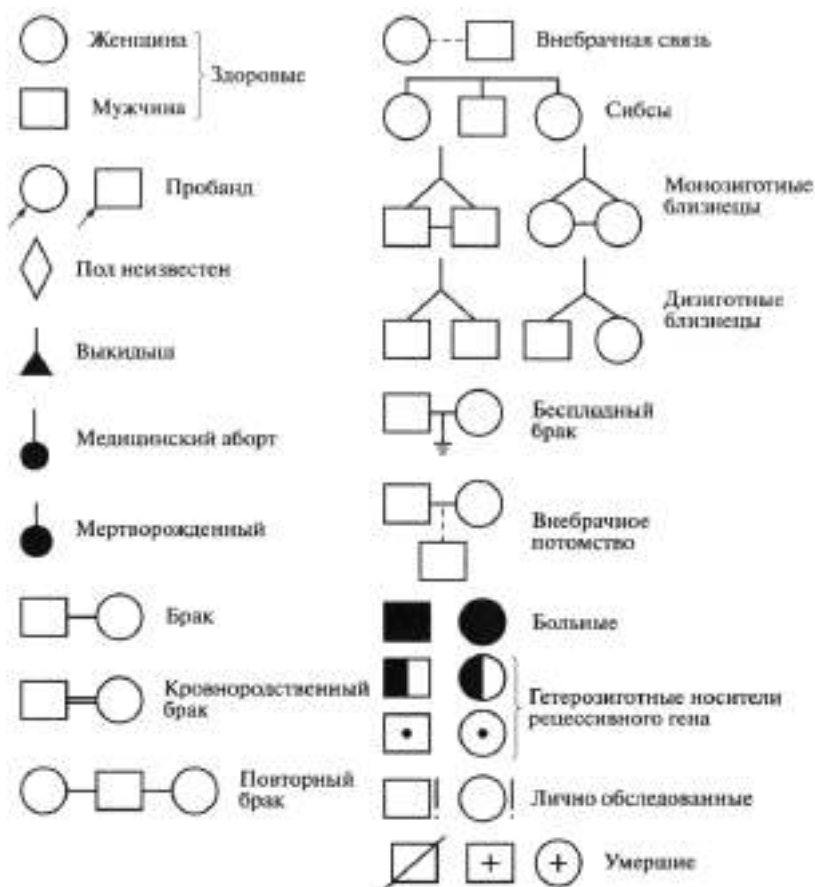


Рисунок 18 – Основные символы, применяемые для составления и анализа родословных (В. И. Никольский, 2012).

Братья и сестры называются *сибсами*. На схеме женщины обозначаются кружками, мужчины – квадратами. Каждое поколение располагается в одну строчку. Родительская пара и их дети называются *ядерной семьей*, совокупность семей, состоящих в кровном родстве, *родом*.

Об общем виде таблиц можно судить из рисунка 19 и 20. Иногда анализируется наследование нескольких признаков. Поэтому указанные на рисунке 18 условные обозначения приходится изменять и дополнять в зависимости от числа

анализируемых признаков; каждый признак, аномалию или заболевание обозначают своим условным знаком.

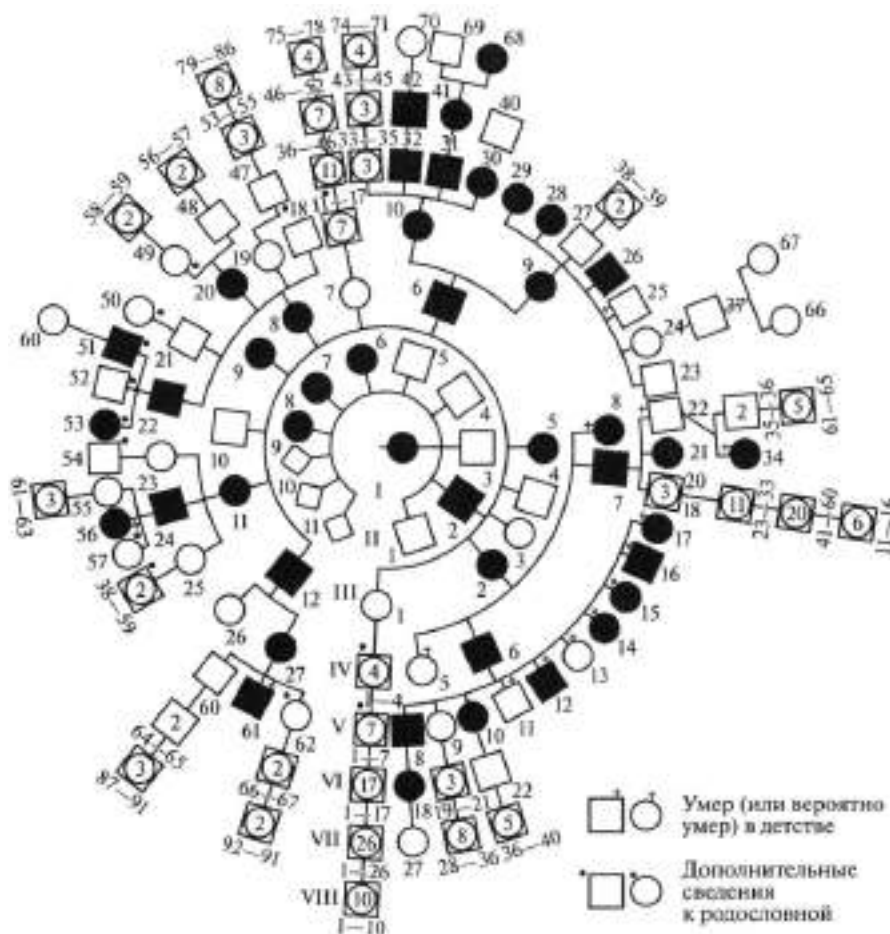


Рисунок 19 – Родословная с брахидактилией (аутосомно-доминантный признак) (Ф. Фогель, А. Мотульски, 1989).

Болезни и нейтральные признаки человека могут быть доминантными, рецессивными, кодоминантными, аутосомными или сцепленными с полом, т.е. все те же типы, что и в рассмотренных ранее задачах.

Доминантными считаются такие болезни, которые проявляются у гетерозигот. Это определение несколько отличается от менделевского определения доминантных признаков, согласно которому доминантными считаются признаки, которые одинаково проявляются у доминантных гомозигот и гетерозигот. Такие различия связаны с тем, что гены многих доминантных болезней человека в гомозиготном состоянии летальны. Гомозиготы погибают до репродуктивного возраста и не оставляют потомства.



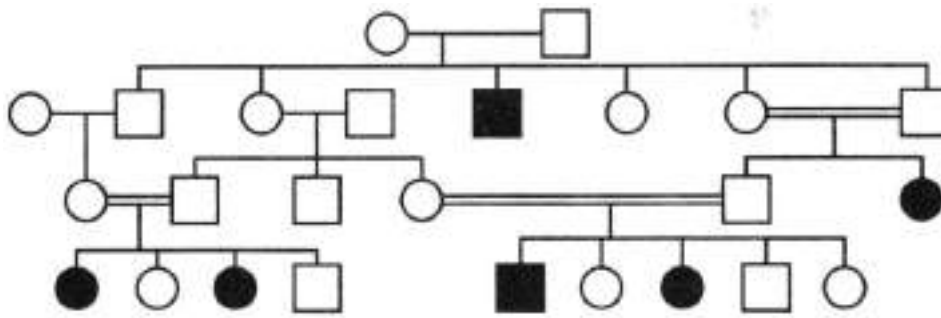


Рисунок 20 – Наследование аутосомно-рецессивного признака с тремя кровнородственными браками (Ф. Фогель, А. Мотульски, 1989).

Характерная особенность родословных с доминантными признаками – проявление признака во всех поколениях (правда, только в больших родословных) (см. рисунок 19) Рецессивные болезни выявить труднее, чем доминантные, так как у гетерозигот отсутствуют клинические симптомы (хотя современными методами биохимии и молекулярной генетики гетерозиготное носительство можно диагностировать с абсолютной точностью).

Многие родословные, в которых наблюдается наследование вредных рецессивных признаков, содержат кровнородственные браки (рисунок 20). Именно в родственных браках многократно повышается вероятность рождения детей-гомозигот (как доминантных, так и рецессивных).

Анализ некоторых родословных по рецессивным признакам приводит к парадоксальным, на первый взгляд, выводам. Как левая, так и правая часть родословной на рисунке 21 (разделены пунктиром) указывает на рецессивный характер признака (глухонемоты).

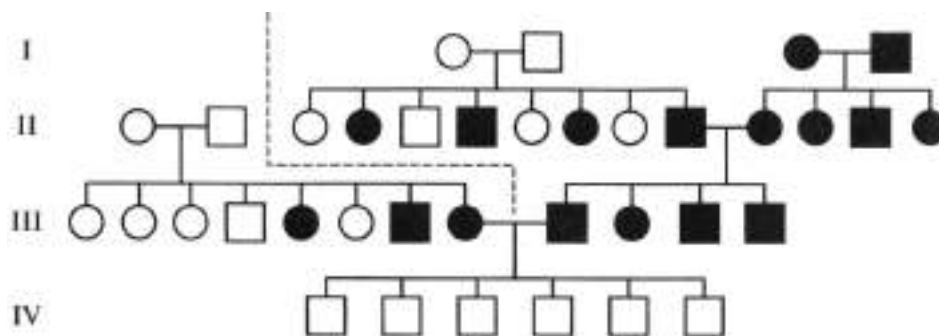


Рисунок 21 – Родословная с наследованием двух форм глухонемоты (аутосомно-рецессивные формы болезни, определяемые двумя неаллельными генами) (Н. В. Хелевин и др., 1984).

В браке же глухонемых представителей этих двух ветвей (поколение III) все дети родились здоровыми. Согласно схеме моногенного наследования ( $aa \times aa$ ) такого результата быть не может. Оказывается, дело в том, что данный рецессивный признак определяется двумя разными независимыми генами. Глухонемые представители левой части родословной являются рецессивными гомозиготами по одному

из генов, в правой части глухонемые – гомозиготы по другому гену глухонемоты. Таким образом, брак между глухонемыми в поколении III имеет вид  $aaBB \times AAbb$ , а все дети имеют генотип  $AaBb$  и поэтому здоровы.

В родословных с рецессивными признаками, сцепленными с полом, характерно проявление признака преимущественно у мужчин (рисунок 22). Больные дочери могут родиться в браке между кровными родственниками (поколение III).

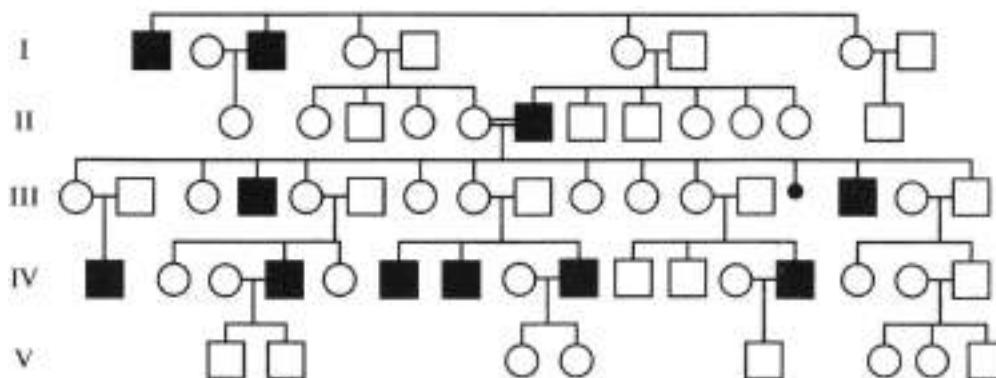


Рисунок 22 – Наследование гемофилии – сцепленного с X-хромосомой рецессивного заболевания (Н. В. Хелевин и др., 1984).

Доминантные заболевания, сцепленные с полом, проявляются как у мужчин, так и у женщин, однако у женщин – в более легкой форме, чем у мужчин, так как вредный эффект доминантного аллеля частично компенсируется рецессивным аллелем, имеющимся во второй X-хромосоме (рисунок 23). У мужчин нет возможности такой компенсации.

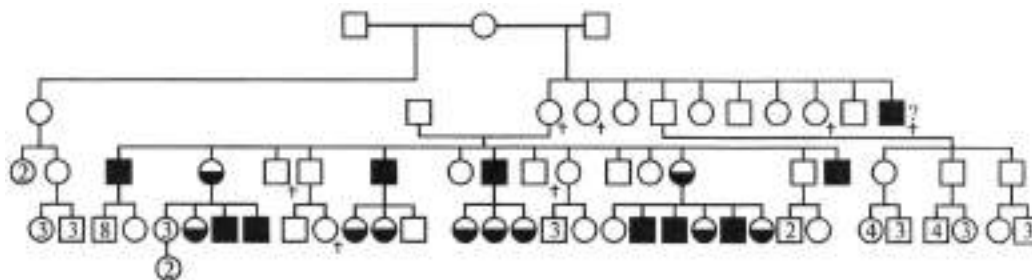
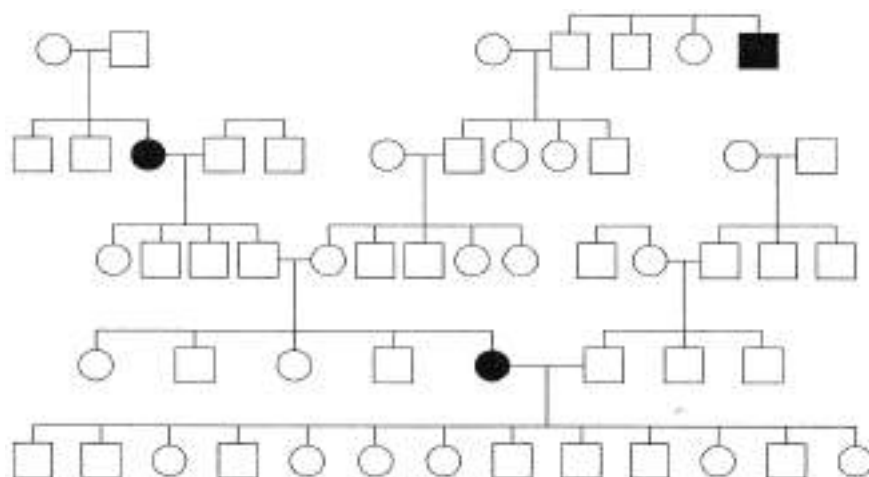


Рисунок 23 – Родословная семьи с фолликулярным кератозом (Н. В. Хелевин и др., 1984).

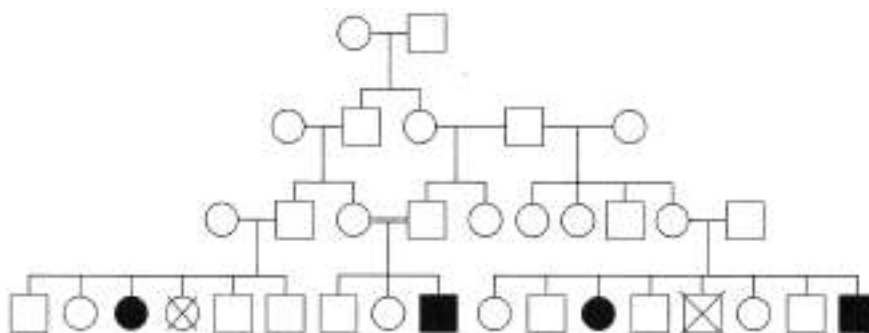
### Задачи

Для решения задач № 81-83 перерисуйте родословные, определите тип наследования признака: доминантный или рецессивный, аутосомный или сцеплен с полом. Напишите обоснование своих выводов. Определите и подпишите генотипы около значков членов родословной.

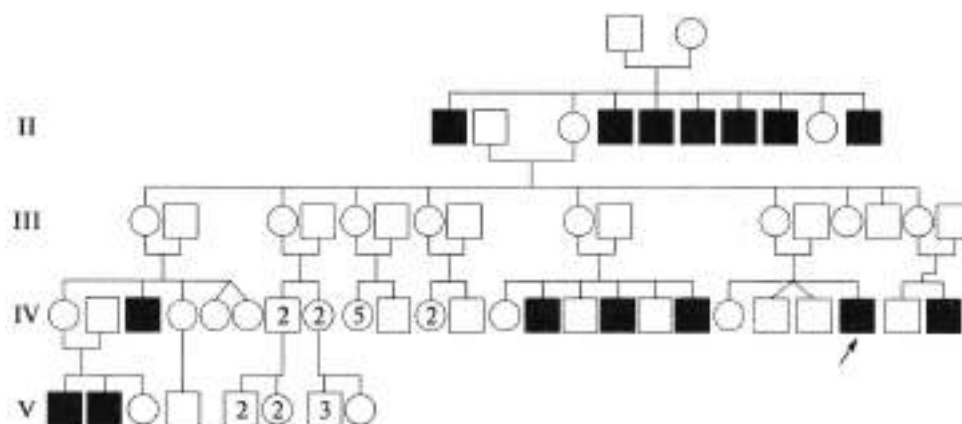
81.



82.



83.



*Практические указания к построению родословных (задачи № 84-89)*

1. Перепишите условие задачи в тетрадь.
2. Определите число поколений, которые потребуется изобразить в схеме родословной.
3. На отдельном листе бумаги проведите горизонтальные линии соответственно числу поколений.

4. Разместите значки, обозначающие членов родословной, начиная с пробанда, на проведенных горизонтальных линиях.

5. Скорректируйте относительное расположение значков для получения более компактной схемы родословной.

6. Перерисуйте схему родословной в тетрадь, поместив ее под текстом задачи.

7. Определите характер наследования признака. Выводы обоснуйте и запишите в тетрадь.

8. Подпишите около значков генотипы соответствующих членов родословной.

9. Сделайте прогноз о вероятности появления признака у детей в семье пробанда.

**84.** Пробанд и его два брата страдают ночной слепотой. По линии отца пробанда родственников с таким отклонением не было. Мать пробанда больна. Две сестры и два брата матери пробанда здоровы и имеют только здоровых детей. Относительно родственников по материнской линии известно, что бабушка пробанда больна, дедушка здоров. Сестра бабушки больна, а брат здоров. Прадедушка (отец бабушки) страдал ночной слепотой, его сестра и брат были больны. Прапрадедушка болен, его брат, имевший больную дочь и двух больных сыновей, также болен. Жена пробанда, ее родители и родственники здоровы. Определите вероятность рождения больных детей в семье пробанда.

**85.** Пробанд и его мать имеют белый локон над лбом. Отец пробанда и его родители без локона. Мать имеет трех сестер. Две сестры с локоном, одна без локона. У одной из сестер с локоном сын с локоном и дочь без локона, у второй – сын и дочь с локоном и дочь без локона. Третья тетка пробанда со стороны матери без локона имеет двух сыновей и одну дочь без локона. Дед пробанда по линии матери и двое его братьев имели белые локоны, а еще двое были без локонов. Прадед и прапрадед также имели белый локон над лбом. Определите вероятность рождения детей с белым локоном над лбом в случае, если пробанд вступит в брак со своей двоюродной сестрой, имеющей локон.

**86.** Молодожены правши. В семье жены было две сестры правши и три брата – левши. Мать жены – правша. У нее есть два брата и сестра – все правши. Отец жены – левша. У него есть сестра и брат левши и сестра и два брата правши. Дед по линии отца правша, бабушка – левша. У нее есть два брата и сестра – все правши. Мать мужа – правша, отец – левша. Бабушки и дедушки со стороны родителей мужа лучше владеют правой рукой. Определите вероятность рождения в семье молодоженов детей, владеющих левой рукой.

**87.** Пробанд – нормальная женщина, имеет пять сестер, две из которых однояйцовые, две – двуяйцовые близнецы. Все сестры имеют шесть пальцев на руке. Мать пробанда нормальна, как и все ее предки. Отец – шестипалый. У отца два брата и четыре сестры – все пятипалые. Бабушка по линии отца шестипалая. У нее было

две шестипалые сестры и одна пятипалая. Дедушка по линии отца и все его родственники нормальные пятипалые. Определите вероятность рождения в семье пробанда шестипалых детей при условии, что она выйдет замуж за нормального мужчину.

**88.** Шестипалые сестры Маргарет и Мэри вышли замуж за нормальных мужчин. В семье Маргарет было пятеро детей: Джеймс, Сусанна и Дэвид были шестипалыми, Элла и Ричард – пятипалыми. В семье Мэри была единственная дочь Джейн с нормальным строением рук. От первого брака Джеймса с нормальной женщиной родилась шестипалая дочь Сара. От второго брака, также с пятипалой женщиной, у него было шесть детей: одна дочь и два сына пятипалые, две дочери и один сын – шестипалые. Элла вышла замуж за нормального мужчину. У них было два сына и четыре дочери – все пятипалые. Дэвид женился на нормальной женщине. Единственный их сын Чарльз оказался шестипалым. Ричард женился на своей двоюродной сестре Джейн. Две их дочери и три сына были пятипалыми. Определите вероятность рождения шестипалых детей в случаях:

- а) брака нормальной дочери Джеймса с одним из сыновей Ричарда;
- б) брака Сары с сыном Дэвида.

**89.** Пробанд – женщина с нормальным зрением. Ее сестра также имеет нормальное зрение, а два брата дальтоники. Мать и отец пробанда здоровы. Четыре сестры матери пробанда здоровы, мужья их также здоровы. О двоюродных сибсах со стороны матери пробанда известно: в одной семье один больной брат, две сестры и брат здоровы; в двух других семьях по одному больному брату и по одной здоровой сестре; в четвертой семье – одна здоровая сестра. Бабушка пробанда со стороны матери здорова, дедушка страдал дальтонизмом. Со стороны отца пробанда больных дальтонизмом не отмечено. Какова вероятность рождения у пробанда больных дальтонизмом детей при условии, что она выйдет замуж за здорового мужчину?

## Часть IV. СЦЕПЛЕННОЕ НАСЛЕДОВАНИЕ ПРИЗНАКОВ

### Тема 9. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ХРОМОСОМНОЙ ТЕОРИИ

Сцепленное наследование признаков впервые было описано У. Бетсоном и Р. Пеннетом в 1909 г. при скрещивании растений душистого горошка, различающихся по окраске цветков и форме пыльцевых зерен. Одно из растений имело фиолетовые цветки и пыльцу удлинненной формы (доминантные признаки), другое – красные цветки и шаровидную пыльцу (рецессивные признаки):

*P: AABV x aabb,*

*F<sub>1</sub>: AaBb*

Если бы эти пары признаков наследовались независимо, то (как следует из законов Менделя) в потомстве анализирующего скрещивания гибридов (*AaBb*) с рецессивной гомозиготой (*aabb*) следовало бы ожидать расщепление: 25 % *AaBb*, 25 % *Aabb*, 25 % *aaBb*, 25 % *aabb*, т. е. в соотношении 1:1:1:1.

В действительности было получено расщепление в соотношении:

*7 AaBb : 1 Aabb : 1 aaBb : 1 aabb,*

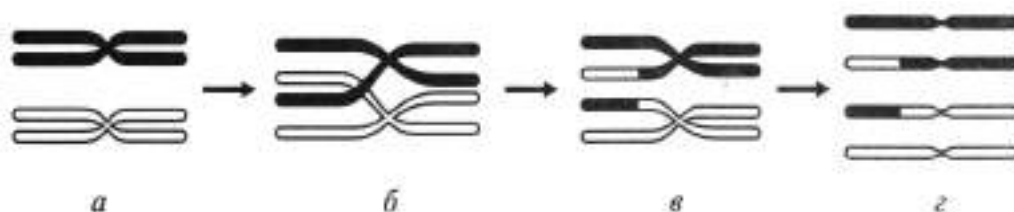
т. е. два больших, равных по численности класса потомков с сочетанием признаков родительских растений и два малых, тоже равных по численности класса потомков с новым (рекомбинантным) сочетанием признаков. Такой результат противоречит принципу независимого наследования.

Явление совместного наследования неаллельных признаков получило название *сцепленного наследования* и было тщательно изучено в 1909 – 1920 гг. в лаборатории американского генетика Т. Г. Моргана. Объектом исследований была плодовая мушка дрозофила, обладающая множеством четко различимых морфологических мутаций. Путем родственных скрещиваний – *инбридинга* – были выведены гомозиготные линии, несущие одну из мутаций. Скрещивая разные линии между собой – *aaBB x AAbb*, Морган получал дигетерозиготы *AaBb*, которые подвергал анализирующим скрещиваниям: *AaBb x aabb*. Если потомство от такого скрещивания расщеплялось на четыре равных по численности фенотипических класса, то делался вывод о независимом наследовании признаков (т.е. гены признаков находятся в разных парах хромосом). Если в потомстве обнаруживалось два больших, примерно равных по численности класса, и два малых, то следовал вывод о сцепленном наследовании (т. е. гены признаков принадлежат одной паре хромосом). Полученные результаты привели к выявлению следующих закономерностей.

1. Все признаки дрозофилы можно разделить на четыре группы – *группы сцепления*. Внутри каждой из них признаки наследуются сцеплено. Признаки из разных групп сцепления проявляют независимое наследование, т. е. в анализирующем скрещивании получают четыре типа потомков в равном соотношении.

2. Число групп сцепления равно числу хромосом в гаплоидном наборе (у дрозофилы четырем). Позже этот факт был подтвержден и для других видов организмов. Равенство числа пар гомологичных хромосом числу групп сцепления является главным аргументом хромосомной теории.

3. Сцепление, как правило, не является абсолютным (полным) – рекомбинантные потомки (малые по численности классы) в анализирующем скрещивании все же появляются. Они могут появляться в том случае, если между гомологичными хромосомами в мейозе происходит обмен участками (рисунок 24). Этот обмен Морган назвал *перекрестом хромосом*, или *кроссинговером*.



а – конъюгация гомологичных хромосом; б – хиазма между хроматидами гомологичных хромосом; в – хромосомы с кроссоверными хроматидами после анафазы I; г – две кроссоверные и две некроссоверные хромосомы после анафазы II (В. И. Никольский, 2012).

Рисунок 24 – Схема образования кроссоверных хромосом в случае одинарного кроссинговера.

4. Гены расположены в хромосоме в строгой линейной последовательности, т.е. у всех организмов одного и того же вида занимают строго определенные локусы. Этот вывод следует из повторяемости результатов анализирующих скрещиваний: для каждой двух пар сцепленных признаков соотношение численности двух малых (кроссоверных) классов потомков и двух больших (некроссоверных) остается постоянным во всех скрещиваниях. Например, сколько бы ни производили скрещиваний самок дрозофилы (у самцов дрозофилы кроссинговер не происходит), гетерозиготных по генам цвета тела и формы крыла (серых, с нормальными крыльями), с рецессивной гомозиготой (черное тело, короткие крылья), в потомстве всегда получалось соотношение:

$$41,5 \% Aabb : 8,5 \% AaBb : 41,5 \% aaBb : 8,5 \% aabb.$$

Этот результат говорит о том, что у гетерозиготной самки в одной из гомологичных хромосом сцеплены аллели *A* и *b*, в другой – *a* и *B*: *Ab//aB*.

Кроме перечисленных выводов Т. Г. Морган и его ученик А. Стертевант сделали ряд предположений о связи между частотой образования кроссоверных гамет и

расстоянием между локусами генов в хромосоме. Вероятность кроссинговера тем выше, чем дальше друг от друга находятся локусы в хромосоме; поэтому процент кроссоверных потомков в анализирующем скрещивании пропорционален расстоянию между генами в хромосоме, т.е. может служить мерой этого расстояния. Было предложено измерять расстояние между локусами как процентное отношение числа кроссоверных потомков в потомстве анализирующего скрещивания к общему числу потомков. Единицей этого расстояния, служит 1 % кроссинговера, или 1 *сантиморганида*.

Более поздние исследования показали, что обмен участками в мейозе происходит не между хромосомами, а между хроматидами гомологичных хромосом (см. рисунок 24, 25). Именно поэтому кроссоверных потомков образуется не более 50%. Однако если локусы генов в хромосоме отстоят далеко друг от друга, то на участке между ними всегда образуются хиазмы и происходит кроссинговер. Поэтому далеко отстоящие гены проявляют независимое наследование, как если бы они находились в разных парах гомологичных хромосом.

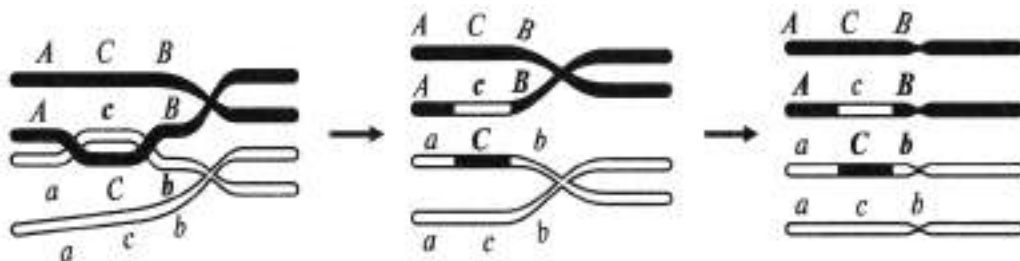


Рисунок 25 – Схема образования кроссоверных хромосом при двойном кроссинговере (В. И. Никольский, 2012).

На участке хромосомы, расположенном между двумя генами, может произойти более одного перекреста. При двойном кроссинговере (рисунок 25) хроматиды обмениваются средними участками, а участки, находящиеся справа и слева от точек разрыва, остаются в своих хроматидах. Кроссоверных потомков по генам, расположенным справа и слева от точек разрыва, не образуется. Двойные кроссоверы можно обнаружить лишь в тригибридном скрещивании, если средний (обменивающийся) участок маркирован каким-либо третьим геном (рисунок 25). Следовательно, по результатам анализирующего дигибридного скрещивания точно определить расстояние можно лишь для близко расположенных локусов, когда вероятность двойного кроссинговера между локусами невелика. Генетическое расстояние между локусами, далеко находящимися друг от друга, нужно определять как сумму расстояний между промежуточными локусами

### **Базовые понятия. Запись генотипов**

Анализирующее скрещивание – наиболее часто встречающийся элемент в заданиях настоящего занятия может быть моно-, ди-, три- или полигибридным. В об-



щем виде записывается формулой  $A-B-C-\dots$  х  $aabbcc\dots$ . В задачах на сцепленное наследование анализирующее скрещивание используется для выяснения следующих вопросов: сцеплены или нет признаки, каково расстояние между локусами генов в хромосоме, какова последовательность их расположения по длине хромосомы.

*Локусом* называется участок хромосомы, в котором расположен ген.

*Хроматида* – структурная субъединица хромосомы. Каждая хромосома до мейоза состоит из двух идентичных сестринских хроматид. Если в локусах одной хроматиды находятся аллели  $A, B, c$ , то в соответствующих локусах второй хроматиды находятся такие же аллели.

Запись генотипов в формулах скрещивания в задачах на сцепленное наследование отражает не только состав, но и расположение аллелей в хромосомах (конструкцию генотипа). Например:

$$\frac{AB}{aB}, \frac{ABC}{abc}, \frac{AB}{aB} \frac{C}{c}$$

Параллельными черточками в этих формулах обозначены гомологичные хромосомы (часто для краткости ставят лишь одну черточку). Например, запись  $Ab/aB C/c$  означает, что аллели  $A$  и  $b$  сцеплены в одной гомологичной хромосоме, а аллели  $a$  и  $B$  – в другой. Аллели гена  $C$  находятся в другой паре гомологичных хромосом, т.е. наследуются независимо от аллелей генов  $A$  и  $B$ .

Если гены изучаемых признаков находятся в половых хромосомах (сцеплены с полом), то  $X$ -хромосома обозначается черточкой, а  $Y$ -хромосома – полустрелкой.

### Задачи, вопросы и задания

**90.** Напишите все варианты гамет, образуемых тригетерозиготами по сцепленным локусам. Укажите, какие гаметы образовались в результате одинарного и двойного кроссинговеров, а какие некроссоверные. Генотипы гетерозигот:

а)  $ABC//abc$ ; б)  $Abc//aBC$ ; в)  $aBC//Abc$ ; г)  $aBc//AbC$ .

**91.** Почему кроссоверных гамет не может быть более 50 %?

**92.** Нарисуйте схему двойного кроссинговера между хроматидами гомологичных хромосом.

**93.** Какие скрещивания нужно провести, чтобы определить генетическое расстояние ( $L$ ) между локусами, если имеются организмы с генотипами: а)  $Ab/Ab$ ;  $aB/aB$ ;  $ab/ab$ ; б)  $BC/BC$  и  $bc/bc$ ; в)  $Se/se$  и  $cE/ce$ ; г)  $aC/aC$ ,  $Ac/Ac$  и  $ac/ac$ ?

**94.** Если  $L_{AB} = 12\%$ , то какие гаметы и в каком соотношении образуют организмы с генотипами  $AB/ab$  и  $Ab/aB$ ?

**95.** Если  $L_{bc} = 18\%$ , то какие гаметы и в каком соотношении образуют организмы с генотипами:  $bC/Bc$  и  $BC/bc$ ?

**96.** Какие типы гамет образуют организмы с генотипами  $ABC/abc$ ,  $ABc/abC$ ,  $AB/ab C/c$  при: а) полном и б) неполном сцеплениях?

97. Частота кроссинговера между локусами А и В равна 20%, между В и С – 16 %. Какие типы гамет и в каком соотношении образуют организмы с генотипами: а) ABC/abc; б) ABc/abC; в) AbC/aBc?

98. В чем состоит ограниченность закона независимого наследования?

99. Г. Мендель изучал у гороха наследование семи пар альтернативных признаков. Все они проявили независимое наследование, хотя, как выяснилось позже, локусы некоторых из этих признаков находятся в одной группе сцепления. Как можно объяснить это противоречие?

100. При независимом наследовании двух пар альтернативных признаков во втором поколении от скрещивания AABV x aabb наблюдается расщепление по фенотипу в соотношении

$$9 A-B- : 3 A-bb : 3 aaB- : 1 aabb.$$

Как изменится это соотношение при неполном сцеплении генов А и В?

101. Самостоятельно дайте определение сцепленным генам и признакам.

102. Сколько пар независимо наследующихся признаков можно одновременно наблюдать в анализирующем скрещивании: а) гороха, б) дрозофилы, в) человека?

103. Локусы А, В и С сцеплены. Определение расстояний с помощью дигибридных анализирующих скрещиваний дало следующие результаты:

$$L_{AB} = 22 \% ; L_{BC} = 26,5 \% ; L_{AC} = 8 \% .$$

а) Определите взаимное расположение генов.

б) Почему расстояние между крайними генами меньше суммы расстояний между ними и средним геном?

в) Вычислите теоретическую частоту гамет, образующихся в результате двойного кроссинговера.

## **Тема 10. ЗАДАЧИ НА ВЫЯСНЕНИЕ ХАРАКТЕРА НАСЛЕДОВАНИЯ ПРИЗНАКОВ. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ СКРЕЩИВАНИЯ ПРИ СЦЕПЛЕНИИ ГЕНОВ**

### **10.1. Выяснение характера наследования признаков**

Обычно в задачах на выяснение характера наследования признаков даются результаты анализирующего скрещивания:  $A-B-$  x  $aabb$ . Требуется узнать, сцеплены или нет признаки, и, если они сцеплены, определить расстояние между локусами соответствующих генов. Решающее значение имеет характер расщепления в потомстве от анализирующего скрещивания ( $F_b$ ). Если в  $F_b$  получено четыре фенотипических класса потомков в равном соотношении (1:1:1:1), то следует вывод о независимом наследовании рассматриваемых признаков, т.е. гетерозигота  $AaBb$  с равной частотой образует четыре типа гамет:  $AB$ ,  $Ab$ ,  $aB$  и  $ab$ , что возможно, если гены находятся в разных парах гомологичных хромосом. Если же в  $F_b$  получено два больших, примерно равных по численности класса потомков и два малых, то это свидетель-

ствуется о сцеплении генов. Чтобы определить генетическую конструкцию гетерозиготного родителя (т.е. установить, что с чем сцеплено,  $AB//ab$  или  $Ab//aB$ ), нужно выявить некроссоверные классы потомков. Если ими являются  $AaBb$  и  $aabb$ , то генотип гетерозиготы  $AB//ab$ . Если же в потомстве преобладают классы  $Aabb$  и  $aaBb$ , то генотип гетерозиготы  $Ab//aB$ .

*Пример.* У кроликов пятнистость (А) доминирует над сплошной окраской (а), а нормальная длина шерсти (В) – над ангорской (b). Скрестили пятнистого нормальношерстного кролика со сплошь окрашенной ангорской крольчихой. В потомстве от скрещивания гибридов из  $F_1$  со сплошь окрашенными ангорскими кроликами получено 26 пятнистых ангорских, 144 сплошь окрашенных ангорских, 157 пятнистых с нормальной шерстью и 23 сплошь окрашенных с нормальной шерстью крольчат. Как наследуются признаки? Каковы генотипы родителей и  $F_1$ ?

*Решение.* Исходное скрещивание является анализирующим:  $A-B-$  х  $aabb$ . Генотипы и фенотипы  $F_1$  не указаны, но ясно, что от крольчихи все потомки получили  $a$  и  $b$ . Второе скрещивание тоже является анализирующим, так как генотип сплошь окрашенных ангорских кроликов  $aabb$ . В потомстве этого скрещивания получено два больших, примерно равных по численности класса потомков (144  $aabb$  и 137  $AaBb$ ), и два малых – 26  $Aabb$  и 23  $aaBb$ .

*Вывод:* признаки сцеплены. Половина некроссоверных потомков ( $AaBb$ ) получили от  $F_1$  аллели  $A$  и  $B$ , другая половина ( $aabb$ ) – аллели  $a$  и  $b$ . Следовательно, у гибридов  $F_1$  был генотип  $AB//ab$ , а генотип родителя с доминантными признаками  $AB//AB$ . По расщеплению в последнем анализирующем скрещивании находим генетическое расстояние между локусами  $A$  и  $B$ :

$$L_{AB} = \frac{26 + 23}{26 + 23 + 144 + 157} \cdot 100 \% = 14 \%$$

Более сложный вариант задач этого типа — анализ тригибридного анализирующего скрещивания:  $A-B-C-$  х  $aabbcc$ . Ответы могут быть трех типов: сцеплены все три признака; один из признаков наследуется независимо; независимо наследуются все три признака. В таких задачах при анализе  $F_1$  сначала определяют расщепление по какой-нибудь одной паре признаков, например  $A-$  и  $B-$ . Если эти фенотипические классы равны по численности, то признаки  $A$  и  $B$  наследуются независимо. Если образовалось два больших и два малых класса потомков, то признаки сцеплены. Таким же образом анализируются соотношения по двум другим парам признаков:  $B$  и  $C$ ,  $A$  и  $C$ .

## 10.2. Прогнозирование результатов скрещивания при сцеплении генов

Методика решения задач этого типа такая же, как при независимом наследовании: строится решетка Пеннета, по которой определяется соотношение потомков

по фенотипу. Отличие от независимого наследования состоит в том, что при независимом наследовании все типы гамет скрещиваемых организмов образуются в равном соотношении (вследствие независимого распределения хромосом разных пар в мейозе), а в случае сцепленного наследования аллели, сцепленные в одной гомологичной хромосоме, чаще всего вместе попадают в гамету. Совместное расхождение может быть нарушено кроссинговером. В результате сцепления и кроссинговера гаметы разных типов образуются с различной частотой: два больших по численности класса некроссоверных и два малых – кроссоверных гамет. Доли всех типов гамет определяются частотой кроссинговера. Например, если частота кроссинговера между локусами  $A$  и  $B$  равна 20 %, а генотип гетерозиготы –  $AB//ab$ , то такой организм образует некроссоверные гаметы  $AB$  и  $ab$  (по 40 % каждого типа) и кроссоверные  $Ab$  и  $aB$  (по 10 %).

При независимом наследовании, когда все типы гамет образуются с одинаковой частотой, вероятность встречи любого типа женских гамет с любым типом мужских гамет одинакова, т.е. все возможные генотипы потомков равновероятны. Если признаки сцеплены, то вероятность встречи мужских и женских гамет разных типов равна произведению частот образования этих гамет. Поэтому, чтобы найти частоту потомков с тем или иным генотипом, нужно в соответствующих клетках решетки Пеннета вычислить произведение частот соответствующих типов гамет.

*Пример.* Определите генотипы и фенотипы потомков от скрещивания  $AB//ab \times Ab//aB$ , если гены сцеплены и частота кроссинговера равна 30 %.

*Решение.* Составим решетку Пеннета с учетом частот каждого типа гамет, выразив частоты в долях единицы:

Гаметы второго родителя и их частоты	Гаметы первого родителя и их частоты			
	0,35 AB некроссоверная	0,35 ab некроссоверная	0,15 Ab кроссоверная	0,15 aB кроссоверная
0,35 Ab некроссоверная	0,1225 AABb	0,1225 Aabb	0,0525 AAAb	0,0525 AaBb
0,35 aB некроссоверная	0,1225 AaBB	0,1225 aaBB	0,0525 AaBb	0,0525 aaBB
0,15 AB кроссоверная	0,0525 AABb	0,0525 AaBb	0,0225 AABb	0,0225 AaBB
0,15 ab кроссоверная	0,0525 AaBb	0,0525 aabb	0,0225 Aabb	0,0225 aaBb

Находим расщепление по фенотипу, сгруппировав потомков с одинаковыми фенотипическими радикалами и сложив соответствующие частоты в клетках решетки Пеннета:

потомки с обоими доминантными признаками

$A-B-$  – 0,5525 (55,25 %);

с первым, доминантным, вторым рецессивным

$A-bb-$  – 0,1975 (19,75%);

с первым рецессивным, вторым доминантным  
 $aaB-$  – 0,1975 (19,75%);  
с обоими рецессивными признаками  
 $aabb-$  – 0,0525 (5,25 %).

### Задачи

**104.** У томатов высокий рост доминирует над низким, гладкий эндосперм – над шероховатым. От скрещивания высокого растения с гладким эндоспермом и низкорослого растения с шероховатым эндоспермом получено потомство: 208 высоких гладких, 9 высоких шероховатых, 7 низких гладких, 196 низких шероховатых. Определите генотипы родителей и, если гены сцеплены, расстояние между ними.

**105.** Скрещены две линии мышей: животные одной линии имеют извитую шерсть нормальной длины, другой – длинную, прямую. У гибридов шерсть нормальная прямая. В анализирующем скрещивании гибридов получено потомство: с нормальной прямой шерстью 27 мышат, с нормальной, извитой – 99, длинной прямой – 98, длинной, извитой – 24. Как наследуются признаки? Каковы генотипы родителей? Определите расстояние между локусами.

**106.** В анализирующем скрещивании гибридного кролика (темного длинношерстного) получено потомство: темных длинношерстных – 244, белых длинношерстных – 24, темных короткошерстных – 36, белых короткошерстных – 254. Как наследуются признаки? Каковы генотипы родителей? Определите расстояние между локусами.

**107.** Гены А и В сцеплены. Частота кроссинговера между ними равна 20 %. Какова будет пропорция потомков с генотипами  $ab//ab$  и  $aB//aB$  во втором поколении от скрещивания  $Ab//Ab \times aB//aB$ ?

**108.** Гены А и В сцеплены. Расстояние между ними равно 12 %. Какова будет пропорция потомков с генотипами  $ab//ab$  и  $Ab//Ab$  в потомстве от самоопыления гетерозиготного растения с генотипом  $AB//ab$ ?

**109.** Высокое растение томата с шаровидными плодами, скрещенное с карликовым, имеющим грушевидные плоды, дало потомство: 81 высокое шаровидное, 79 карликовых грушевидных, 22 высоких грушевидных и 18 карликовых шаровидных. При скрещивании другого высокого растения с шаровидными плодами и карликового грушевидного получено 20 высоких грушевидных, 18 карликовых шаровидных, 5 высоких шаровидных и 4 карликовых грушевидных растений. Высокий рост и шаровидные плоды – доминантные признаки. Каковы генотипы исходных высоких растений? Какое потомство они дадут при скрещивании друг с другом и при самоопылении?

**110.** У человека доминантные признаки резус-положительность и эллиптоцитоз (эллиптическая форма эритроцитов) сцеплены. Расстояние между генами 3 сантиморганиды. Муж гетерозиготен по обоим генам: резус-положительность он уна-

следовал от одного, а эллиптоцитоз – от другого родителя. Мать резус-отрицательна и имеет нормальные эритроциты. Какова вероятность рождения детей с разными фенотипами в этой семье?

**111.** Классическая гемофилия и дальтонизм – рецессивные признаки, сцепленные с X-хромосомой. Расстояние между генами около 10%.

а) Здоровая девушка, отец которой страдал обоими заболеваниями, а мать здорова, выходит замуж за здорового мужчину. Какова вероятность рождения детей с разным сочетанием этих признаков в этой семье?

б) Здоровая женщина, мать которой была дальтоником, а отец – гемофиликом, выходит замуж за мужчину, страдающего обоими заболеваниями. Какова вероятность рождения в этой семье детей с различным сочетанием этих заболеваний и здоровых?

**112.** У человека цветная слепота (протанопия) и мышечная дистрофия Беккера – рецессивные сцепленные с X-хромосомой заболевания. По родословной одной многодетной семьи получены следующие данные: здоровая женщина с нормальным зрением, отец которой страдал мышечной дистрофией, а мать – протанопией, вышла замуж за здорового мужчину с нормальным зрением. В семье родились 4 девочки и 10 мальчиков; 4 сына страдали мышечной дистрофией, 4 – протанопией и 2 – обоими заболеваниями. По этим данным можно оценить расстояние между локусами генов протанопии и дистрофии. Определите это расстояние.

**113.** У кукурузы гены скрученности листьев (с) и карликовости (к) находятся в третьей группе сцепления на расстоянии 18 сантиморганид друг от друга. Гены устойчивости к ржавчине (Р) и узких листьев (Н) – в десятой группе сцепления, на расстоянии 24 сантиморганид. Растение, гомозиготное по доминантным аллелям всех четырех генов, скрестили с растением, гомозиготным по рецессивным аллелям. Какой процент гомозиготных карликовых растений, устойчивых к ржавчине, с нормальными листьями можно ожидать во втором поколении?

## **Часть V. ГЕНОТИП – СИСТЕМА ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ ГЕНОВ**

### **Тема 11. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НЕАЛЛЕЛЬНЫХ ГЕНОВ**

Любой признак организма формируется в результате биохимических реакций, катализаторами которых являются различные ферменты. Строение молекулы каждого фермента закодировано в одном или нескольких генах.

Упрощенно взаимосвязь между генотипом и признаком можно представить в виде схемы (рисунок 26). Иными словами, признак организма определяется целым набором генов, в том числе, расположенных в разных парах хромосом.

Очевидно, что изменение гена (например, вследствие мутации) может повлечь за собой изменение строения соответствующего белка-фермента, что в свою очередь может изменить его ферментативную активность. Вследствие этого изменения катализируемая реакция может быть замедлена или совсем прервана. Естественно, что в этом случае будет иным и конечный результат, т.е. признак.



Рисунок 26 – Схема, иллюстрирующая смысл гипотезы «один ген – один фермент» (В. И. Никольский, 2012).

По-видимому, большинство признаков организма определяются путем взаимодействия большого числа генов. Поэтому, если в задаче рассматриваются неаллельные гены, определяющие один и тот же признак, то ожидаемых менделевских расщеплений, характерных для случаев независимого наследования разных пар альтернативных признаков, не будет.

Выделяют три типа взаимодействия неаллельных генов: *комплементарное*, *эпистатическое* и *полимерию*.

При *комплементарном взаимодействии* сошедшиеся в генотипе два неаллельных гена дают новый признак, не похожий ни на один из тех, которые были у родителей. Например, у кур гороховидная форма гребня определяется одним доминантным геном, розовидная – другим, неаллельным ему, но тоже доминантным геном. В случае, если организм оказывается гомозиготным по рецессивным аллелям этих генов, развивается простой листовидный гребень. При скрещивании гомозигот с розовидным и гороховидным гребнями доминантные аллели генов у потомков  $F_1$  окажутся в одном генотипе. У них развивается ореховидная форма гребня:

$$\begin{array}{l}
 P: \quad \quad \quad AAbb \quad \quad \times \quad \quad aaBB \\
 \quad \quad \quad \text{Розовидный гребень} \quad \quad \quad \text{Гороховидный гребень} \\
 \\
 F_1: \quad \quad \quad AaBb \\
 \quad \quad \quad \text{Ореховидный гребень} \\
 \\
 F_2: \quad 9 A-B- \quad : \quad 3 A-bb \quad : \quad 3 aaB- \quad : \quad 1 aabb \\
 \quad \quad \text{Ореховидный} \quad \text{Розовидный} \quad \text{Гороховидный} \quad \text{Листовидный}
 \end{array}$$

При скрещивании дигибридов (с ореховидным гребнем) во втором поколении происходит расщепление по фенотипу в соотношении: 9 – с ореховидным, 3 – с гороховидным, 3 – с розовидным, 1 – с листовидным гребнями. Именно это соотношение указывает на то, что форма гребня определяется двумя независимыми генами.

В других случаях комплементарности возможно расщепление во втором поколении в соотношениях 9:7; 9:6:1; 9:3:4 (рисунок 27).

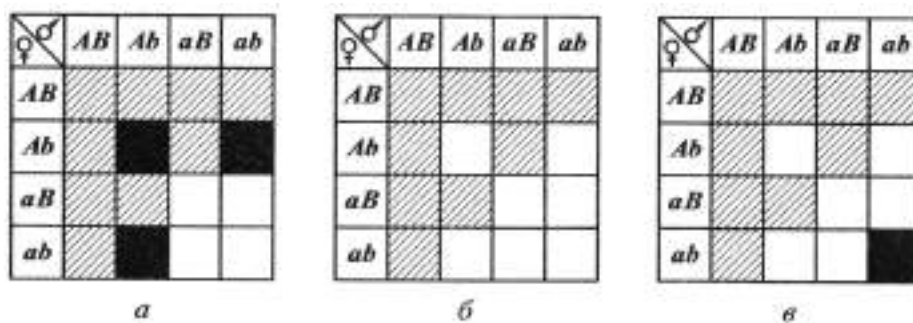


Рисунок 27 – Разные варианты расщеплений по фенотипу во втором поколении при комплементарном взаимодействии генов: а – 9:3:4; б – 9:7; в – 9:6:1 (В. И. Никольский).

Классический пример соотношения 9:7 демонстрируют результаты скрещиваний некоторых белоцветковых сортов душистого горошка. Для того, чтобы образовался пигмент, необходимо присутствие в генотипе доминантных аллелей обоих взаимодействующих генов:

$$\begin{array}{l}
 P: \quad \quad \quad AAbb \quad \times \quad aaBB \\
 \quad \quad \quad \text{Белые цветы} \quad \quad \text{Белые цветы} \\
 F_1: \quad \quad \quad AaBb \\
 \quad \quad \quad \text{Окрашенные цветы} \\
 F_2: \quad 9 A-B- \quad : \quad 3 A-bb \quad : \quad 3 aaB- \quad : \quad 1 aabb \\
 \quad \quad \text{Окрашенные} \quad \quad \quad \underbrace{\hspace{10em}} \quad \quad \quad \text{Белые цветы} \\
 \quad \quad \text{цветы}
 \end{array}$$

*Эпистаз* – подавление признака, который определяют аллели одного гена, аллелями другого, неаллельного гена. При формальном анализе эпистаза взаимодействующие гены условно подразделяют на два типа – гены собственно признака и гены-ингибиторы (подавители), которые обозначаются буквами I или i (рецессивный). В случае скрещивания дигибридов (*IiAa*) при эпистазе расщепление во втором поколении будет 13:3, если рецессивная гомозигота *ii* не имеет фенотипического проявления (рисунок 28, а), или 12:3:1, если рецессивная гомозигота *ii* имеет свой фенотип (рисунок 28, б). Во всех случаях, где присутствует доминантный ингибитор (I), гены признака не проявляются.

В случае скрещивания дигибридов при *рецессивном эпистазе* расщепление во втором поколении наблюдается в отношении 9:3:4. Эпистаз происходит лишь у тех потомков, в генотипе которых совпадают два рецессивных аллеля гена-ингибитора (*ii*) (рисунок 28, в).



♀♂	<i>IA</i>	<i>Ia</i>	<i>IA</i>	<i>ia</i>
<i>IA</i>	▨	▨	▨	▨
<i>Ia</i>	▨	▨	▨	▨
<i>iA</i>	▨	▨	▨	▨
<i>ia</i>	▨	▨	▨	▨

*a*

♀♂	<i>IA</i>	<i>Ia</i>	<i>iA</i>	<i>ia</i>
<i>IA</i>	▨	▨	▨	▨
<i>Ia</i>	▨	▨	▨	▨
<i>iA</i>	▨	▨	▨	▨
<i>ia</i>	▨	▨	▨	▨

*б*

♀♂	<i>IA</i>	<i>Ia</i>	<i>iA</i>	<i>ia</i>
<i>IA</i>	▨	▨	▨	▨
<i>Ia</i>	▨	▨	▨	▨
<i>iA</i>	▨	▨	▨	▨
<i>ia</i>	▨	▨	▨	▨

Рисунок 28 – Соотношение по фенотипу во втором поколении при доминантном (а – 13:3; б – 12:3:1) и рецессивном (в) эпистазе (В. И. Никольский, 2012).

*Полимерия* – такой тип взаимодействия, когда один и тот же признак определяется несколькими аллелями разных, но одинаково действующих генов. Так, красный цвет зерен пшеницы определяется несколькими парами аллелей. Каждый из доминантных аллелей определяет красный цвет, рецессивные – белый цвет зерен. Причем по отдельности каждый доминантный аллель дает слабую окраску зерна. Если в генотипе совпадает два таких аллеля, интенсивность окраски повышается (*кумулятивная полимерия*). Лишь в том случае, когда организм оказывается гомозиготным по всем парам рецессивных аллелей, зерна не окрашены. При скрещивании дигибридов происходит расщепление в соотношении 15 окрашенных к одному белому. Но из 15 окрашенных одна часть имеет интенсивно красные зерна, так как содержит четыре доминантных аллеля (генотип  $A_1A_1A_2A_2$ ), четыре части окрашены несколько светлее, так как в их генотипе три доминантных аллеля и один рецессивный, шесть, с двумя доминантными и двумя рецессивными генами, – еще светлее, четыре, имеющие лишь один доминантный аллель – еще светлее, т.е. истинное расщепление – 1:4:6:4:1 (рисунок 29, а). Все количественные признаки наследуются именно так – по типу кумулятивной полимерии.

Бывают случаи, когда полимерные гены не усиливают друг друга (некумулятивная полимерия). Тогда наблюдается расщепление 15:1 (рисунок 29, б).

♀♂	<i>IA</i>	<i>Ia</i>	<i>iA</i>	<i>ia</i>
<i>IA</i>	▨	▨	▨	▨
<i>Ia</i>	▨	▨	▨	▨
<i>iA</i>	▨	▨	▨	▨
<i>ia</i>	▨	▨	▨	▨

*a*

♀♂	<i>IA</i>	<i>Ia</i>	<i>iA</i>	<i>ia</i>
<i>IA</i>	▨	▨	▨	▨
<i>Ia</i>	▨	▨	▨	▨
<i>iA</i>	▨	▨	▨	▨
<i>ia</i>	▨	▨	▨	▨

*б*

♀♂	<i>IA</i>	<i>Ia</i>	<i>iA</i>	<i>ia</i>
<i>IA</i>	▨	▨	▨	▨
<i>Ia</i>	▨	▨	▨	▨
<i>iA</i>	▨	▨	▨	▨
<i>ia</i>	▨	▨	▨	▨

Рисунок 29 – Расщепление во втором поколении при полимерном взаимодействии двух генов (а – кумулятивная, б – некумулятивная полимерия) (В. И. Никольский, 2012).

## Рекомендации по решению задач

В задачах на тему «Взаимодействие генов» обычно требуется объяснить результаты скрещиваний, которые описаны в условии. Часто предлагается дать прогноз о возможном расщеплении по фенотипу в том или ином скрещивании. Однако не всегда можно ограничиться только этим. Поэтому рекомендуется сначала очень внимательно устно проанализировать условие задачи. Характерная особенность задач на взаимодействие генов – *появление новых значений признаков (по сравнению с родителями) у потомков в первом, втором или в обоих поколениях*. Только после установления этого факта следует приступать к решению непосредственно самой задачи.

Цель решения сводится к подбору генотипов родителей, потомков первого и второго поколений, которые удовлетворяют всем условиям задачи. Анализ следует начинать с того поколения, которое дает наибольшую информацию о генотипе предыдущего поколения. Обычно это второе поколение. Если в  $F_2$  произошло расщепление, соответствующее одному из характерных для того или иного типа взаимодействия генов, или даже просто на четыре фенотипических класса, то ясно, что гибриды первого поколения были дигетерозиготами ( $AaBb$ ). Дальнейшими рассуждениями устанавливаются генотипы исходных родителей – либо  $AAbb \times aaBB$ , либо  $AABB \times aabb$ .

В некоторых задачах рассматривается наследование двух или трех разных свойств. В этом случае анализ расщеплений по каждому из альтернативных признаков этих свойств нужно проводить отдельно. Некоторые свойства могут определяться аллелями только одного гена, тогда в первом поколении наблюдается единообразие, а во втором – расщепление, характерное для моногибридного скрещивания. Другое свойство может быть результатом взаимодействия генов. Например, в задаче 234 длина шерсти кроликов – моногенный признак, а цвет определяется комплементарным взаимодействием двух несцепленных генов.

## Задачи

**114.** У попугайчиков-неразлучников цвет перьев определяется двумя парами несцепленных неаллельных генов. Сочетание в генотипе доминантных аллелей обоих генов (хотя бы по одному каждого гена) определяет зеленый цвет, сочетание доминантного аллеля из одной пары и рецессивного – из другой определяет желтый или голубой цвета, рецессивные гомозиготы по обеим парам имеют белый цвет.

1. При скрещивании зеленых попугайчиков между собой получено потомство из 55 зеленых, 18 желтых, 17 голубых и 6 белых попугайчиков. Определите генотипы родителей и потомства.

2. Зоопарк прислал заказ на белых попугайчиков. Однако скрещивание имевшихся на ферме зеленых и голубых особей не давало белых попугайчиков. Определите генотипы имевшихся на ферме птиц.

**115.** Скрещиваются две линии норок бежевой и серой окрасок. У гибридов  $F_1$  коричневая окраска меха. В  $F_2$  получено: 14 серых, 46 коричневых, 5 платиновых и 16 бежевых норок. Как наследуются эти окраски? Какое может быть потомство от скрещивания гибридных коричневых норок (из  $F_1$ ) с платиновыми?

**116.** В  $F_1$  от скрещивания черной нормальношерстной крольчихи с белым короткошерстным самцом все крольчата родились черные нормальношерстные, а в  $F_2$  – 31 черных нормальношерстных, 9 – голубых нормальношерстных, 13 – белых нормальношерстных, 8 – черных короткошерстных, 3 – голубых короткошерстных и 4 – белых короткошерстных. Определите генотипы родителей и характер наследования окраски и длины шерсти.

**117.** Зеленозерный сорт ржи при скрещивании с белозерным дал в  $F_1$  зеленые семена, а в  $F_2$  произошло расщепление: 89 семян зеленых, 28 желтых и 39 белых. Как наследуется окраска семени? Что получится, если скрестить гибриды  $F_1$  с гомозиготными желтозерными и белозерными растениями?

**118.** Цветы душистого горошка могут быть белыми и красными. От скрещивания двух белоцветковых растений все потомство оказалось с красными цветками. От скрещивания потомков между собой получены растения с красными и белыми цветами в отношении 9 красных : 7 белых. Определите генотипы родителей и потомков первого и второго поколений, дайте характеристику генам.

**119.** От нескольких скрещиваний черных собак породы кокер-спаниель получено потомство в соотношении: 9 черных, 3 рыжих, 3 коричневых, 1 светло-желтый. Какой генотип был у исходных родителей? Каких потомков можно ожидать от скрещивания одного из них со светло-желтой особью?

**120.** Форма гребня у кур может быть листовидной, гороховидной, розовидной и ореховидной. При скрещивании кур, имеющих ореховидные гребни, потомство получилось со всеми четырьмя формами гребня в соотношении: 9 ореховидных, 3 гороховидных, 3 роговидных, 1 листовидный. Определите вероятные соотношения фенотипов в потомстве от скрещивания получившихся трех гороховидных особей с тремя розовидными особями.

**121.** У человека врожденная глухота может определяться генами  $d$  и  $e$ . Для нормального слуха необходимо наличие в генотипе обоих доминантных аллелей ( $D$  и  $E$ ). Определите генотипы родителей в следующих двух семьях:

- а) оба родителя глухие, а их семеро детей имеют нормальный слух;
- б) у глухих родителей 4 глухих ребенка.

**122.** Две линии кукурузы, имеющие семена с неокрашенным алейроном, при скрещивании друг с другом дают в  $F_1$  семена с окрашенным алейроном, а в  $F_2$  получается расщепление: 9 окрашенных семян к 7 неокрашенным. Определите генотипы растений и напишите схему скрещиваний.

**123.** Скрещиваются два сорта земляники – безусая с красной ягодой и безусая с белой ягодой. В  $F_1$  все растения усатые, с красной ягодой. В  $F_2$  331 усатое растение

с красной ягодой, 98 усатых растений с белой ягодой, 235 безусых растений с красной ягодой, 88 безусых растений с белой ягодой. Определите генотипы исходных сортов и характер наследования окраски ягоды и усатости.

**124.** При скрещивании двух сортов левкоя, один из которых имеет махровые красные цветки, а второй – махровые белые, в  $F_1$  все гибриды имеют простые красные цветки, а в  $F_2$  наблюдается расщепление: 68 растений с махровыми белыми цветками, 275 – с простыми красными, 86 – с простыми белыми и 213 – с махровыми красными цветками. Как наследуются окраска и форма цветка?

**125.** От скрещивания желтой тыквы с белой потомство оказалось белоплодным. От скрещивания гибридов между собой получено 204 растений с белыми плодами, 53 – с желтыми и 17 с зелеными. Определите генотипы родителей и потомков.

**126.** У овса цвет зерен определяется двумя парами несцепленных генов. Один доминантный ген обуславливает черный цвет, другой – серый. Ген черного цвета подавляет ген серого цвета. Оба рецессивных аллеля определяют белую окраску.

1. При скрещивании черnozерного овса в потомстве произошло расщепление:  $\frac{12}{16}$  черnozерных,  $\frac{3}{16}$  серозерных и  $\frac{1}{16}$  – с белыми зернами. Определите генотипы скрещиваемых особей и их потомства.

2. От скрещивания белозерного овса с черnozерным половина растений получилась с черными зернами, половина – с серыми. Каковы генотипы скрещиваемых растений?

**127.** Белое оперение кур определяется двумя парами несцепленных неаллельных генов. Доминантный аллель одной пары (А) определяет окрашенное оперение, рецессивный – белое. Доминантный аллель другого гена (I) подавляет окраску, рецессивный – не подавляет окраску.

1. От скрещивания белых кур получено 1 687 цыплят. Из них 321 окрашенные, остальные – белые. Определите генотипы родителей и окрашенных цыплят.

2. На птицеферме скрещивали белых кур с пестрыми и получили 5 046 белых и 2 998 окрашенных цыплят. Определите генотипы родителей и потомства.

3. От скрещивания кур белой и пестрой окрасок получено 910 пестрых и 921 белых цыплят. Определите генотипы родителей и потомства.

**128.** Цвет кожи человека определяется взаимодействием нескольких пар генов по типу кумулятивной полимерии, т. е. цвет кожи тем темнее, чем больше доминантных генов в генотипе. Потомка негра и белого называют мулатом.

1. С какой вероятностью можно ожидать рождения детей с пигментацией как у полных негров, мулатов, белых в браке негритянки ( $A_1A_1A_2A_2$ ) и белого мужчины ( $a_1a_1a_2a_2$ )?

2. Если два мулата ( $A_1a_1A_2a_2$ ) имеют детей, то можно ли ожидать среди них детей с пигментацией как у полных негров, белых, мулатов? С какой вероятностью могут родиться дети каждого типа?

3. Можно ли ожидать у супругов негров детей, более светлых, чем они сами?
4. Можно ли ожидать от белых родителей детей более темных, чем они сами?

**129.** При скрещивании черной курицы с белым петухом все цыплята черные. В анализирующем скрещивании получено 28 белых и 10 черных цыплят. Как наследуется окраска оперения? Каковы генотипы всех форм?

**130.** Цвет зерна пшеницы контролируется двумя несцепленными генами, доминантные аллели определяют красный цвет, а рецессивные окраски не дают.

1. При скрещивании краснозерных растений между собой в потомстве произошло расщепление: 15 краснозерных : 1 белозерных. Интенсивность окраски варьировала. Определите генотипы скрещиваемых растений и вариации в окраске у потомства.

2. Краснозерные растения скрещивали тоже с краснозерными, но менее яркой окраски. В потомстве получилось  $\frac{7}{8}$  краснозерных растений с различной интенсивностью окраски, и  $\frac{1}{8}$  белозерных. Определите генотипы скрещиваемых растений и их потомства.

**131.** Рост человека контролируется несколькими несцепленными генами, которые взаимодействуют по типу полимерии. Если пренебречь факторами среды и условно ограничиться лишь тремя генами, можно допустить, что низкорослые люди имеют все рецессивные гены и рост 150 см, самые высокие – все доминантные гены и рост 180 см.

1. Определите рост людей, гетерозиготных по всем трем генам роста.

2. Низкорослая женщина вышла замуж за мужчину среднего роста. У них четверо детей, рост которых 165 см, 160 см, 155 см и 150 см. Определите генотипы родителей и их рост.

**132.** При скрещивании черной курицы с белым петухом все цыплята черные. В анализирующем скрещивании получено 28 белых и 10 черных цыплят. Как наследуется окраска оперения? Каковы генотипы всех форм?

**133.** Плоды пастушьей сумки бывают треугольной и овальной формы. Форма плода определяется двумя парами несцепленных генов. Потомство от скрещивания двух растений состоит из особей с треугольными и овальными стручками в соотношении 15:1. Определите генотипы и фенотипы родителей и потомков.

**134.** При скрещивании кур двух пород, из которых одна имела белое оперение и хохол, а вторая тоже белая, но без хохла, в  $F_1$  все цыплята оказались белыми хохлатыми. В  $F_2$  получено следующее расщепление: 39 белых хохлатых, 4 рыжих без хохла, 12 белых без хохла и 9 рыжих хохлатых. Объясните, как наследуются анализируемые признаки?

**135.** Овцы одной породы имеют длину шерсти в среднем 40 см, а другой – 10 см. Предположим, что различия между этими породами зависят от трех пар генов с однозначным действием. Каковы будут  $F_1$  и  $F_2$  при скрещивании между этими породами?

## Часть VI. ЗАКОНОМЕРНОСТИ КЛАССИЧЕСКОЙ ГЕНЕТИКИ В ПОПУЛЯЦИЯХ

Популяционная генетика изучает наследственную преемственность в группах организмов – *популяциях*. Наследственные изменения, происходящие в популяциях в ряду поколений, лежат в основе процесса микроэволюции.

### Тема 12. ГЕНЕТИКА ПАНМИКТИЧЕСКИХ ПОПУЛЯЦИЙ

Популяция – групповой уровень организации живой природы, в пределах которого происходит постоянный обмен генетической информацией. Следующий уровень групповой организации – вид – существует, как правило, в виде множества разрозненных популяций, обмен генетической информацией между представителями которых хотя и возможен, но затруднен из-за различных изолирующих барьеров.

Из множества определений популяции наиболее полным является следующее:

*Популяция* – это группа организмов одного вида, занимающая в течение длительного периода времени определенное местообитание, в пределах которого осуществляется свободный обмен генетической информацией.

В этом определении отмечены все основные черты: групповой уровень организации, генетическое родство, подверженность воздействию одних и тех же факторов среды (общность местообитания), возможность эволюционных изменений (длительность существования). Именно из популяций под влиянием специфичных в данном местообитании условий существования образуются новые виды. Поэтому популяция рассматривается как элементарная единица эволюции.

Генетической характеристикой популяции является ее генофонд – совокупность генотипов всех особей популяции. Для диплоидных организмов генофонд популяции, насчитывающей  $N$  особей, состоит из  $2N$  гаплоидных геномов. Выделяют два понятия генофонда: в широком смысле – это совокупность генотипов всех особей по всем генам в популяции, в более узком – это совокупность аллелей конкретного гена (локуса). Количественные характеристики генофонда – *частота генотипа* и *частота аллеля*. Их изменение в популяции составляет процесс *микроэволюции*.

Если в популяции, состоящей из  $N$  организмов, ген представлен двумя аллелями –  $A$  и  $a$ , то частота аллеля  $A$  определяется отношением

$$f(A) = \frac{n}{2N},$$

где  $n$  – число аллелей  $A$ ;  $2N$  – общее число аллелей данного гена. Ясно, что  $f(A) < 1$ .

Аналогично определяется частота аллеля  $a$ :  $f(a) = m/2N$ , где  $m$  – число аллелей  $a$  в популяции. Между частотами аллелей существует простая взаимосвязь:  $f(A) + f(a) = 1$ .

Если организмы с генотипами  $AA$ ,  $Aa$  и  $aa$  различаются по фенотипу, то вычисление частот аллелей  $A$  и  $a$  не вызывает затруднений:

$$f(A) = \frac{2n(AA) + m(Aa)}{2N}; \quad f(a) = \frac{m(Aa) + 2r(aa)}{2N}, \quad (1)$$

где  $n$  – число гомозигот  $AA$ ;  $m$  – число гетерозигот  $Aa$ ;  $r$  – число гомозигот  $aa$ .

В реальных популяциях часто невозможно точно определить значения  $N$ ,  $m$ ,  $n$  и  $r$ , так как размер популяции очень большой. Поэтому используется выборочный метод. Для этого производится учет признаков в случайно выбранной из популяции группе особей (выборке), численность которой ( $N^*$ ) называется объемом выборки. Подсчитывается число особей с разными фенотипами (а, следовательно, и генотипами):  $m^*(AA)$ ,  $n^*(Aa)$ ,  $r^*(aa)$ , затем по формулам (1) вычисляются выборочные частоты  $f^*(A)$  и  $f^*(a)$ . Выборочные частоты тем точнее отражают соотношение генотипов в популяции, чем больше объем выборки. Обычно объем выборки составляет несколько сотен особей.

Если гетерозиготы  $Aa$  не отличаются по фенотипу от гомозигот  $AA$ , то прямой подсчет по формулам (1) невозможен (так как неизвестны значения  $n^*$  и  $m^*$ ). В таком случае используется формула Харди – Вайнберга, описывающая соотношение генотипов в популяции через частоты аллелей  $A$  и  $a$ :

$$p^2(AA) + 2pq(Aa) + q^2(aa) = 1, \quad (2)$$

где  $p$  – частота аллеля  $A$ ;  $q$  – частота аллеля  $a$ .

Эта формула выведена в 1908 г. Г. Х. Харди и В. Вайнбергом для популяций свободно скрещивающихся организмов (такие популяции называются *панмиктическими*), исходя из следующих соображений. Если в популяции имеется  $n$  половозрелых организмов с генотипом  $AA$ ,  $m$  – с генотипом  $Aa$  и  $r$  – с генотипом  $aa$ , то все организмы этой популяции в данном поколении образуют гаметы двух типов со следующими частотами:

$$f(A) = \frac{2n+m}{2N} = p \quad \text{и} \quad f(a) = \frac{m+2r}{2N} = q$$

При случайном (неизбирательном) скрещивании организмов с разными генотипами генетическая структура популяции в следующем поколении определяется вероятностями встречи друг с другом двух типов гамет:  $A$  и  $a$ . Согласно теории ве-

роятностей, они равны произведениям частот гамет  $p$  и  $q$ . Для вычислений удобно воспользоваться решеткой:

Частоты женских гамет	$f(A) = p$	$f(a) = q$
Частоты мужских гамет	$f(A) = p$	$f(a) = q$
$f(A) = p$	$p^2(AA)$	$pq(Aa)$
$f(a) = q$	$pq(Aa)$	$q^2(aa)$

Объединив частоты гетерозиготных организмов и приравняв сумму частот всех генотипов к единице, получим формулу (2).

Формула Харди – Вайнберга выведена при следующих допущениях:

- 1) популяция очень большая ( $N \rightarrow \infty$ );
- 2) нет избирательности при скрещивании (т. е. вероятность скрещивания между особями разных генотипов определяется только их относительными частотами в популяции);
- 3) аллели  $A$  и  $a$  распределены с одинаковыми частотами как среди самцов, так и среди самок. Последнее допущение выполняется в популяциях для аутосомных генов.

Формула Харди – Вайнберга является основой для моделирования процессов микроэволюции. Для этого в нее вводятся коэффициенты, характеризующие интенсивность отбора разных генотипов, учитывающие скорость прямых и обратных мутаций, миграцию и другие факторы, изменяющие частоты аллелей. Например, если жизнеспособность рецессивных гомозигот ниже, чем доминантных гомозигот и гетерозигот, то организмы с генотипом  $aa$  образуют относительно меньше гамет, чем особи с генотипами  $AA$  и  $Aa$ . Если принять селективную ценность генотипов  $AA$  и  $Aa$  равной единице, то селективная ценность генотипа  $aa$  будет меньше на какую-то величину  $s$ . В этом случае можно рассчитать изменение частот аллелей  $A$  и  $a$  течение ряда поколений (таблица 9).

Аналогичным образом может быть вычислено влияние на генетическую структуру популяции мутационного процесса, миграции и других факторов. В случае, если все генотипы имеют одинаковую жизнеспособность и плодовитость (т.е. отбор не работает:  $s = 0$ ), то значения частот  $p$  и  $q$  должны оставаться неизменными. Это положение справедливо для так называемых «нейтральных» признаков.

Таким образом, закон Харди – Вайнберга справедлив при следующих допущениях:

- 1) популяция является панмиктической (состоит из свободно скрещивающихся организмов);
- 2) особи всех генотипов имеют одинаковую жизнеспособность и плодовитость;



3) не действуют не связанные с отбором факторы, изменяющие частоты аллелей (миграции, мутации и т.д.);

4) популяция имеет большую (в пределе – бесконечную) численность (это допущение необходимо потому, что в ограниченных по численности популяциях происходит случайный дрейф генов, приводящий к элиминации одного из аллелей гена).

Таблица 9 – Вычисление изменения частоты рецессивного аллеля  $a$  за одно поколение при коэффициенте отбора  $s$  против рецессивных гомозигот

Параметры	Генотипы			Сумма	Частота аллеля $a$
	$AA$	$Aa$	$aa$		
Начальная частота	$p^2$	$2pq$	$q^2$	1	$q$
Селективная ценность генотипа	1	1	$1 - s$	—	—
Вклад генотипа в потомство следующего поколения	$p^2$	$2pq$	$q^2(1 - s)$	$1 - sq^2$	—
Нормализованные частоты генотипов	$\frac{p^2}{1 - sq^2}$	$\frac{2pq}{1 - sq^2}$	$\frac{q^2(1 - s)}{1 - sq^2}$	1	$q_1 = \frac{q - sq^2}{1 - sq^2}$
Изменение частоты аллеля $a$ за одно поколение равно:					$\Delta q = \frac{-spq^2}{1 - sq^2}$

Может показаться, что такие серьезные ограничения сводят на нет всю ценность формулы Харди – Вайнберга. На самом деле это не так. В природных популяциях действуют все микроэволюционные факторы, но если условия обитания остаются неизменными в течение многих поколений, то устанавливается состояние динамического равновесия между факторами, увеличивающими частоту тех или иных аллелей, и факторами, возвращающими частоту к исходному значению (отбор). Поэтому в больших популяциях при стабильных внешних условиях частоты аллелей остаются практически постоянными. Частоты аллелей изменяются лишь в результате резких изменений условий обитания, роста мутационного фона (например, в зонах некоторых техногенных воздействий), возникновения преград между частями прежде единой популяции и, наоборот, устранения таких преград и т.д. Классический пример – появление меланистических типов окраски насекомых в зонах интенсивного задымления воздушной среды, обусловленное увеличением частоты генов, определяющих темную (защитную) пигментацию. В случаях таких резких изменений среды формула Харди – Вайнберга позволяет моделировать процессы микроэволюции.

В стабильных условиях существования популяций формула Харди – Вайнберга позволяет вычислять частоты аллелей разных генов. Особый интерес представ-

ляют различные вредные гены в человеческих популяциях. Используется эта формула для решения ряда вопросов и в далеких от биологии отраслях знания, например при изучении истории расселения людей по районам Земли, при проверке гипотез о влиянии эпидемий прошлого (оспы, чумы и др.) на генетическую структуру современных человеческих популяций (например, по аллелям групп крови).

Все сказанное о формуле и законе Харди – Вайнберга относится к панмиктическим популяциям. Такими популяциями представлено большинство видов животных и растений, размножающихся путем перекрестного оплодотворения.

Использование формулы Харди – Вайнберга для определения частоты аллеля какого-либо гена возможно лишь в том случае, если хотя бы одна из гомозигот имеет свой фенотип. Из исследуемой популяции производится случайная выборка объемом  $N$  экземпляров. В выборке подсчитывается число особей, имеющих фенотип, соответствующий одной из гомозигот (обычно –  $aa$ ). Затем определяется частота особей с генотипом  $aa$ :  $f(aa) = n/N$ , где  $n$  – число гомозигот  $aa$ . В формуле Харди – Вайнберга эта частота соответствует значению  $q^2$ . Частота аллеля  $a$  определяется по формуле

$$q = \sqrt{\frac{n}{N}}$$

Частота аллеля  $A$  равна  $1-q=p$ . Теперь можно определить частоту доминантных гомозигот:  $f(AA) = p^2$  и гетерозигот:  $f(Aa) = 2pq$ .

В некоторых задачах по генетике популяций перекрестно оплодотворяющихся организмов требуется определить частоты аллелей отдельных генов. В зависимости от условий такие задачи могут иметь два варианта решения.

В первом случае каждому генотипу соответствует свой фенотип (т. е. генетическую структуру можно однозначно определить по фенотипу особей). Тогда вычисление частот аллелей производится непосредственно по формулам (1).

### Задачи

**136.** У человека известно три генотипа по локусу фермента фосфоглюкомутазы-1 (PGM1). В выборке из 1 110 человек обнаружено следующее соотношение генотипов ( $A_1$  и  $A_2$  – разные аллели гена PGM1):

Генотипы:	$A_1A_1$	$A_1A_2$	$A_2A_2$
Число:	634	391	85

Определите, находится или нет популяция в состоянии равновесия.

**137.** Гаптоглобины, присутствующие в сыворотке крови человека, определяются двумя аллелями одного локуса. Среди обследованных 219 жителей Египта число обладателей различных генотипов было следующим (цифрами 1 и 2 обозначены разные аллели гаптоглобина):

Генотипы:	$A_1A_1$	$A_1A_2$	$A_2A_2$
-----------	----------	----------	----------

Число:           9           135       75

Определите частоты аллелей и генотипов. Находится ли данная популяция в равновесии?

**138.** В течение охотничьего сезона на заготовительный пункт охотники сдали 15 720 шкурок лисиц. Среди них оказалось 7 альбиносов. Определите генетическую структуру популяции лисиц по альбинизму.

**139.** На пробной делянке ржи произведен подсчет всходов. Из 12640 растений 54 оказались бесхлорофилльными. Определите частоту гена альбинизма и частоты растений с разными генотипами.

**140.** Алкаптонурия у человека – аутосомно-рецессивное заболевание, встречающееся с частотой 1:100000. Определите частоту гена алкаптонурии и число гетерозиготных носителей в городе с населением 800 000 человек.

**141.** Среди европейцев частота альбиносов составляет 1:20 000. Определите число гетерозиготных носителей гена альбинизма в городе с населением 900 тыс. жителей.

**142.** Один из типов врожденной глухоты – аутосомно-рецессивный признак. Средняя частота заболевания для разных стран Европы – 2:10 000. Определите вероятное число гетерозигот в стране с населением 7 млн жителей.

**143.** Одна из форм фруктозурии является аутосомно-рецессивным заболеванием. Ее частота 7:100000. Определите число гетерозигот в городе с населением 2 млн жителей.

**144.** В одном из городов США, в колонии итальянских переселенцев, в период с 1928 по 1942 гг. среди 26 000 новорожденных выявлено 11 случаев тяжелой формы талассемии (генотип ТТ). У гетерозигот Тt болезнь проявляется в легкой форме. Численность колонии 400000 человек. Определите число гетерозигот.

**145.** В районе с населением 500 000 человек зарегистрировано четверо больных алкаптонурией. Определите число гетерозигот.

**146.** В странах Европы фенилкетонурия встречается с частотой: Чехословакия – 1:6618; Австрия – 1:12 340; Германия – 1:10211; Финляндия – 1:71 000. Определите частоту гена фенилкетонурии в этих странах и частоту гетерозигот.

**147.** В случайной выборке жителей одного города с населением 500 тыс. жителей обнаружено 428 человек с группой крови М. Объем выборки 2 000 человек. Определите вероятное число людей в этом городе с группами крови М, N и MN.

**148.** У крупного рогатого скота породы шортгорн генотип АА определяет красную масть, Аа – чалую, аа – белую. В одном стаде зарегистрировано 4 169 красных животных, 3 780 чалых и 756 белых. Определите частоты аллелей А и а. Находится или нет стадо в состоянии генетического равновесия?

## Часть VII. ОСНОВЫ СЕЛЕКЦИИ

### Тема 13. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ И СОВРЕМЕННЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ. РАБОТЫ Н. И. ВАВИЛОВА

**Селекция** - это наука о методах создания новых и улучшения существующих пород животных, сортов культурных растений и штаммов микроорганизмов с ценными для человека признаками и свойствами.

**Сорт** – совокупность культурных растений одного вида, искусственно созданная человеком и характеризующаяся определенными наследственными особенностями: продуктивностью, морфологическими и физиологическими признаками.

**Порода** – совокупность домашних животных одного вида, искусственно созданная человеком и характеризующаяся определенными наследственными особенностями.

**Штамм** – выведенная человеком совокупность микроорганизмов с устойчивыми биологическими и хозяйственными признаками.

#### **Задачи селекции:**

1. Повышение урожайности сортов и продуктивности пород.
2. Улучшение качества продукции.
3. Повышение устойчивости к заболеваниям, вредителям.
4. Экологическая пластичность сортов и пород.
5. Пригодность для механизированного и промышленного выращивания и разведения.

Все современные домашние животные и культурные растения произошли от диких предков. Процесс превращения диких животных и растений в культурные формы называют одомашниванием. Первые попытки одомашнивания животных и растений предпринимались людьми еще за 20-30 тыс. лет до н.э.

Одомашнивание животных началось, вероятно, со случайного выращивания человеком диких животных. Некоторые из этих еще диких животных смогли существовать в контакте с человеком и начали размножаться в условиях, созданных для них. Так начался первый этап одомашнивания.

Широкое одомашнивание начинается с VIII-VI тыс. лет до н.э. Именно тогда человек вовлек в культуру подавляющее большинство животных и растений. Некоторые растения и животные были одомашнены значительно позднее.

Пионером разработки научных основ селекционной работы в нашей стране был Николай Иванович Вавилов (1887-1943). Н.И. Вавилов считал, что в основе селекции лежит правильный выбор для работы исходного материала, их генетическое разнообразие и влияние окружающей среды на проявление наследственных признаков при гибридизации особей,

В поисках исходного материала для получения новых гибридов растений Н.И. Вавилов организовал в 20-30-е гг. десятки экспедиций по всему земному шару. Во время этих экспедиций им и его учениками было собрано более 1500 видов культурных растений и огромное количество их сортов.

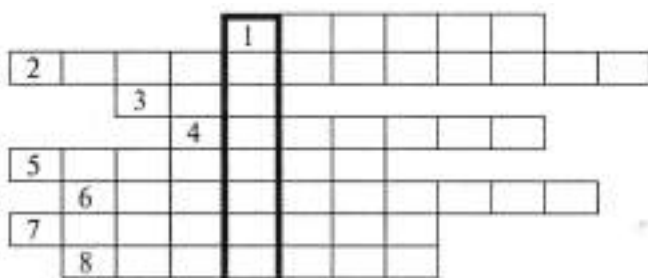
К 1940 г. во Всесоюзном институте растениеводства насчитывалось 300 тысяч образцов. В настоящее время коллекция пополняется и является основой для работ по селекции любой культуры.

Анализируя собранный материал Н.И. Вавилов заметил, что в некоторых районах наблюдается очень большое разнообразие сортов определенных видов культурных растений, а в других районах такого разнообразия нет. Ученый предположил, что район наибольшего генетического разнообразия какого-либо вида культурного растения является центром его происхождения и одомашнивания.

По Н.И. Вавилову: «Подводя итоги работы советского коллектива растениеводов, многочисленных экспедиций, проведенных в пределах Азии, Африки, Южной Европы, Северной и Южной Америки и охвативших до 60 стран, а также всего СССР, и резюмируя результаты детального сравнительного изучения колоссального нового сортового и видового разнообразия, мы приходим к установлению восьми самостоятельных мировых очагов происхождения важнейших культурных растений».

### Задания

1. С целью актуализации знаний, учащимся предлагается разгадать кроссворд.



Ключевое слово по вертикали:

Наука о наследственности и изменчивости организмов.

**По горизонтали:** 1. Организм, полученный в результате скрещивания особей, отличающихся наследственными задатками; 2. Процесс передачи «наследственных задатков» от поколения к поколению; 3. Участок молекулы ДНК, ответственный за синтез определенной молекулы белка и обуславливающий развитие определенного признака; 4. Совокупность признаков и свойств организма, проявляющаяся при взаимодействии генотипа со средой обитания; 5. Совокупность генов, которую организм получает от родителей; 6. Наследственное изменение, которое выражается в кратном увеличении числа хромосом; 7. Одна из важнейших областей практического использования закономерностей, исследуемых генетиками, которая по словам Н.И. Вавилова, представляет собой эволюцию, направляемую волей человека; 8. Наследственное изменение генотипа.

2. Познакомьтесь и зарисуйте в лабораторном дневнике таблицу 10.

Таблица 10 – Центры происхождения культурных растений по Н. И. Вавилову

Центры происхождения культурных растений (%)		Местоположение	Культивируемые растения
Индийский (Южно-Азиатский тропический) - 50%		Тропическая Индия, Индокитай, Южный Китай, острова Юго-Восточной Азии	Рис, сахарный тростник, огурец, баклажан, черный перец, цитрусовые и др.
2. Восточно-азиатский (китайский) - 20%		Центральный и Восточный Китай, Япония, Корея	Соя, просо, гречиха, редька, слива, вишня и др. плодовые культуры
3. Среднеазиатский	14 %	Средняя Азия, Иран, Афганистан, Северозападная Индия	Мягкие сорта пшеницы, горох, бобы (и др. бобовые), лен, конопля, чеснок, морковь, груша, абрикос.
4. Переднеазиатский		Турция, страны Закавказья	Рожь, ячмень, роза, инжир
5. Среднеземноморский – 11 %		Европейские, африканские, азиатские страны по берегам Средиземного моря	Капуста, маслины, петрушка, сахарная свекла, клевер, чечевица и др. кормовые травы
6. Абиссинский		Небольшой район современной Эфиопии и Южное побережье Аравийского полуострова	Твердые сорта пшеницы, ячмень, кофе, сорго, банан
7. Центральноамериканский		Мексика, острова Карибского моря, часть Центральной Америки	Кукуруза, тыква, хлопчатник, какао, табак, красный перец
8. Южноамериканский		Западное побережье Южной Америки	Картофель, ананас, томат, фасоль, хинное дерево

Исследование происхождения культурных растений привело Н.И. Вавилова к выводу, что центры формообразования важнейших культурных растений в значительной мере связаны с очагами человеческой культуры и центрами разнообразия домашних животных. Многочисленные зоологические исследования подтвердили этот вывод.

Н.И. Вавилов, изучая наследственную изменчивость у культурных растений и их диких предков, обнаружил ряд закономерностей, которые позволили сформулировать закон гомологических рядов наследственной изменчивости: «Виды и роды, генетически близкие, характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости с такой правильностью, что, зная ряд форм в пределах одного вида, можно предвидеть нахождение параллельных форм у других видов и родов. Чем ближе генетически расположены в общей системе роды и виды, тем полнее сходство в родах их изменчивости. Целые семейства растений в общем характеризуются определенным циклом изменчивости, проходящей через все роды и виды, составляющие семейство».

Этот закон можно проиллюстрировать на примере семейства Злаковые, к которому относится пшеница, ячмень, рожь, овес, просо, рис, кукуруза и т.д. Так, красная окраска зерновки обнаружена у ржи, пшеницы, ячменя, сорго, кукурузы и других растений, озимые формы – у ржи, пшеницы, ячменя, овса, риса.

Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости позволил самому Н.И. Вавилову найти ряд ранее не известных форм ржи, опираясь на наличие этих признаков у пшеницы. К ним относятся: остистые и безостые колосья, зерновки красной, белой, черной, зеленой и фиолетовой окраски, мучнистое и стекловидное зерно и т.д.

Закон справедлив не только для растений, но и для животных. Так, альбинизм встречается у млекопитающих, птиц, человека и других животных, а также у разных видов растений. Короткопалость наблюдается у человека, у крупного рогатого скота, овец, собак, птиц и т.д.

3. На основании материала пособия сформулируйте и запишите в лабораторном дневнике закон гомологических рядов наследственной изменчивости. Каково значение закона гомологических рядов наследственной изменчивости для селекции?

4. На основании материалов лекции и учебника заполните таблицу 11.

Таблица 11 – Успехи отечественной селекции

Ученые	Сорта, выведенные ими
П. П. Лукьяненко	
В. Н. Ремесло	
А. П. Шехурдин, В. Н. Мамонтов	
В. С. Пустовойт	
М. Ф. Иванов	
Н. С. Батурин	

### Вопросы и задания для самоконтроля:

1. Охарактеризуйте первый этап селекции, раскройте его сущность.
2. Приведите примеры того, как селекция связана с другими науками: генетикой, ботаникой, зоологией, агрономией.
3. Какое практическое значение для селекции имеет учение Н. И. Вавилова о центрах происхождения культурных растений.
4. Какие общебиологические свойства лежат в основе возникновения новых пород домашних животных и сортов культурных растений.
5. Сравните 7-й и 12-й центры происхождения культурных растений. установите сходство и различие. Какой вывод можно сделать о взаимосвязи расселения людей по нашей планете с темпами развития сельского хозяйства?

## Тема 14. МЕТОДЫ СЕЛЕКЦИИ ЖИВОТНЫХ И РАСТЕНИЙ

Основными методами селекции являются *гибридизация, скрещивание и отбор*. Основной задачей селекции растений является повышение урожайности культурных растений путем создания высокопродуктивных сортов. Важное значение в селекции животных имеет учет экстерьерных признаков – совокупности наружных форм животных, их телосложения, то есть соотношения частей тела. Отбор осуществляется по экстерьеру, так как он является критерием породы.

1. *Гибридизация (скрещивание)* – это процесс создания гибридов, в основе которого лежит объединение генетического материала двух организмов в одном.

а) *Отдаленная гибридизация* – аутбридинг – скрещивание непосредственных форм. «Неродственность» подразумевает отсутствие общих предков в ближайших 4-6 поколениях. В связи с тем, что с уменьшением степени родства между скрещиваемыми увеличивается вероятность наличия у них разных аллелей определенных генов, аутбридинг используют для повышения или сохранения определенной степени гетерозиготности особей.

Аутбридинг имеет важное значение в селекции и разведении сельскохозяйственных животных и растений. На основе такого скрещивания получают гетерозисные формы, проводя межлинейные, межпородные (межсортовые), межродовые и межвидовые скрещивания.

Гетерозис – мощное развитие гибридов, полученных при скрещивании неродственных форм различных линий, пород (сортов), родов и видов.

Эффект гетерозиса объясняется двумя основными гипотезами.

Гипотеза доминирования предполагает, что эффект гибридной силы зависит от количества доминантных генов в гомозиготном или гетерозиготном состоянии. Чем больше в генотипе генов в доминантном состоянии – тем больший эффект гетерозиса, и первое гибридное поколение дает прибавку урожая до 30%:

Гипотеза сверхдоминирования объясняет явление гетерозиса эффектом сверхдоминирования: иногда гетерозиготное состояние по одному или нескольким генам дает гибриду превосходство над родительскими формами по массе и продуктивности.





Таким образом, в каждом очередном поколении гомозиготность повышается, пока все гетерозиготы практически не исчезнут.

Отдаленная гибридизация животных известна с древних времен. Чаще всего межвидовые гибриды стерильны, у них нарушается мейоз, что приводит к нарушению гаметогенеза. С глубокой древности человек использует гибрид кобылицы с ослом – мула, который отличается выносливостью и долгожительством. Но иногда гаметогенез у гибридов протекает нормально, что позволило получить новые ценные породы животных. Примером являются мериносы – порода овец с тонкой белой шерстью. Получены плодовые гибриды от скрещивания белуги и стерляди – бестер, хоряка и норки – хонорик, продуктивен гибрид между карпом и карасем.

б) *Близкородственная гибридизация* – инбридинг, инцухт – близкородственное скрещивание сельскохозяйственных животных и принудительное самоопыление у перекрестноопыляющихся растений.

Инбридинг используется для получения «чистых линий».

Длительное близкородственное скрещивание у животных и самоопыление перекрестноопыляющихся растений приводит к постепенному измельчанию потомков и ослаблению их жизнеспособности. Проявляется инбридная депрессия.

Инбридная депрессия – снижение жизнеспособности и продуктивности у животных и растений, полученных путем инбридинга, вследствие перехода большинства генов в гомозиготное состояние, в том числе и мутантных.

2. *Искусственный отбор* – выбор человеком наиболее ценных в хозяйственном отношении особей животных и растений данного вида, породы или сорта для получения от них потомства с желательными свойствами.

Искусственный отбор проводят в виде двух основных форм:

а) *массовый отбор* – выбраковка всех особей, по фенотипу не соответствующих породным или сортовым стандартам (его назначение - сохранение постоянства породных или сортовых качеств). Совместное выращивание отобранных особей способствует их свободному скрещиванию, ведет к гетерозиготности особей. Но гетерозиготность особей, наличие модификаций снижают ценность сорта, выведенного

массовым отбором. Эта форма отбора наиболее древняя, она применяется в том случае, когда требуется быстро улучшить сорт, повысить его урожайность.

б) *индивидуальный отбор* – отбор отдельных особей с интересующими человека признаками, обеспечивающий совершенствование их качеств.

Возможности метода отбора ограничены, так как из исходного сорта можно вывести лишь чистую линию (генетически однородное потомство, полученное индивидуальным отбором от одной особи или пары особей в ряде поколений), но нельзя получить новый признак. В связи с этим возникает необходимость использования других методов, с помощью которых удастся вызвать новообразования.

3. *Экспериментальный (индуцированный) мутагенез* основан на открытии воздействия различных излучений для получения мутаций и на использовании химических мутагенов. Ученые вывели мутагенный характер многих веществ, использование которых лежит в основе радиационного и химического мутагенеза.

Из тысячи искусственно полученных мутаций 1-2 оказываются полезными. В массе полученных изменений удастся обнаружить и ценные в хозяйственном отношении, которые не возникают в естественных условиях. Воздействием мутагенами на организм можно добиться преобразования любого свойства. При этом у многих организмов возникают вредные мутации, которые ухудшают их качества. Отсюда следует, что с помощью лишь метода мутагенеза нельзя создать новый сорт, необходимы жесткий индивидуальный отбор мутантных форм и дальнейшая работа с ними – скрещивание, отбор. С помощью методов радиационного и химического мутагенеза созданы мутантные формы пшеницы, томатов, хлопчатника, картофеля, кукурузы, ячменя, овса, гороха, фасоли и др.

К числу мутаций относят и полиплоидию. Метод искусственного получения полиплоидов – это еще один метод селекции, используемый в селекции растений.

4. *Метод получения полиплоидов.* У растений полиплоиды обладают большей массой вегетативных органов, имеют более крупные цветки, плоды и семена. Многие культуры представляют собой естественные полиплоиды – пшеница, картофель, выведены сорта полиплоидной гречихи, сахарной свеклы, полиплоидного арбуза и Полиплоидные растения получают искусственным путем, блокируя расхождение удвоившихся хромосом различными химическими веществами. Наиболее часто с этой целью применяют алкалоид колхицин, получаемый из растения безвременника.

В селекции животных этот метод не применяется, если не считать новый вид тутового шелкопряда.

5. В селекции животных используют *метод испытания производителей по потомству.*

Испытание по потомству проводят для подбора самцов, у которых не проявляются некоторые качества (молочность и жирномолочность быков, яйценоскость петухов). Для этого производителей-самцов скрещивают с несколькими самками, оценивают продуктивность и другие качества дочерей, сравнивая их с материнскими и со среднепородными. Лучшим производителем считается тот, чья дочь покажет лучшие качества.

## **Задания**

1. Заполните таблицу 12 на основе материала пособия.

Таблица 12 – Основные методы селекции растений и животных

Методы селекции		Селекция растений	Селекция животных
Подбор родительских форм			
Гибридизация	а) аутбридинг		
	б) инбридинг		
Отбор	а) массовый		
	б) индивидуальный		
Индукцированный мутагенез			
Метод испытания производителей по потомству			

2. Прочитайте текст № 1, № 2 и определите, какими методами пользовались ученые при выведении нового сорта пшеницы и новой породы свиньи.

**Текст № 1. Безостая-1**

Озимая пшеница Безостая-1 дает в благоприятных условиях урожай 60-80 ц зерна с 1 га. Она создана академиком П. П. Лукьяненко при помощи отдаленной гибридизации (скрещивание географически отдаленных разновидностей пшеницы).

Успех П.П. Лукьяненко не счастливая случайность, а результат умелого использования мировой коллекции ВИРа и своеобразной системы отбора, разработанной и последовательно применяемой. Селекция П.П. Лукьяненко была направлена в первую очередь на удовлетворение производственных запросов Северного Кавказа и Южной Украины, которые требовали выведения новых сортов озимой пшеницы устойчивых к ржавчине и головне, с прочным, неполегающим стеблем, высокими мукомольно-хлебопекарными качествами зерна, высокой урожайностью, зимостойкостью и засухоустойчивостью.

Для получения таких сортов этот селекционер широко использовал скрещивание далеких географических форм одного вида и повторные скрещивания молодых гибридных сортов с другими, культурными селекционными сортами. При этом в качестве материнского родителя обычно использовался один из местных сортов, хорошо приспособленных к своеобразным условиям Северного Кавказа, а в качестве отцовского родителя – сорт другого географического происхождения, имеющий недостающие местному сорту хозяйственно ценные признаки и свойства (канадские и американские сорта).

При этом в каждой комбинации проводится скрещивание 2-4 тыс. цветков, что обеспечивает получение достаточно большого числа растений во втором поколении, к которому приурочен основной отбор. Во втором поколении выбираются по возможности все наиболее ценные растения и закладывается 500-1000 линий для каждой комбинации. В гибридах, полученных от скрещивания очень далеких экологи-

ческих типов, где размах наследственной изменчивости особенно широк, отбор начинается в третьем поколении, вследствие чего выделяется большое число отобранных линий. Все они выделяются в селекционном питомнике – ежегодно по 7-10 тыс. гибридных линий... Из 10 тысяч линий селекционного питомника в конкурсное сортоиспытание обычно попадает всего 30-40.

### **Текст № 2. Украинская белая степная**

Хорошим примером селекционной работы может служить создание академиком М.Ф. Ивановым породы свиньи – Украинской белой степной.

При создании этой породы использовались свиноматки местных украинских свиней с небольшой массой и невысоким качеством мяса и сала, но хорошо приспособленных к местным условиям. Самцами-производителями были хряки белой английской породы. Гибридное потомство вновь было скрещено с английскими хряками, далее в нескольких поколениях проводилось близкородственное скрещивание, при котором родители скрещивались с потомством, братья с сестрами. Это помогло получить большое число особей, обладающих нужными свойствами. Такое близкородственное скрещивание сопровождалось жестким постоянным отбором, в результате чего получили чистые линии, а при скрещивании их – родоначальников новой породы, которые по качеству мяса и массе не отличались от английской породы, а по выносливости – от украинских свиней.

3.

#### *Познавательная задача № 1 (устно)*

Масса 1000 зерен диплоидной ржи ( $2n - 14$  хромосом) сорта Стальной составляет только 28-30 г, а полиплоидной ( $4n - 48$  хромосом) ржи того же сорта – 48-50 г.

Самые высокоурожайные и сахаристые сорта сахарной свеклы, выведенные советскими учеными, тоже относятся к полиплоидным. Лучшие сорта хлопчатника – тоже полиплоиды.

Сравните эти данные и объясните:

а) как влияет полиплоидия на морфологические и физиологические признаки растений;

б) почему говорят, что «человека кормят и одевают полиплоиды».

#### *Познавательная задача № 2 (устно)*

В результате многократного скрещивания 42-хромосомной ( $6n$ ) пшеницы с многолетним сорняком 14-хромосомным ( $2n$ ) пыреем, сопровождающегося неудачами из-за бесплодности первых гибридов, советский генетик, академик Н. В. Цицин создал новый плодови́тый сорт – многолетний 56-хромосомный ( $2n$ ) пшенично-пырейный гибрид.

а) Как можно объяснить бесплодность первых гибридов и плодови́тость созданного гибридного сорта, учитывая механизм мейоза?

б) Как должны происходить конъюгация и расхождение хромосом в клетках этого сорта в процессе мейоза?

в) Сколько пшеничных и пырейных хромосом должна получить каждая гамета гибридного сорта?

г) Какие методы селекции применял И.В. Цицин при выведении этого сорта?

д) В чем заключается преимущество в научной деятельности Г.Д. Карпеченко и Н.В. Цицина?

г) Какие экономические преимущества имеет этот сорт?

*Познавательная задача № 3 (устно)*

Допустим, для фермы приобретены два быка, у которых ген жирности молока точно неизвестен. Как следует поступить, пользуясь методом гибридизации, чтобы решить, которого из быков эффективнее использовать в качестве производителя?

*Познавательная задача № 4 (устно)*

Селекционер заметил на поле растение пшеницы с необычайно крупным колосом (зерен в колосе больше и они крупнее). Он отобрал это растение и высеял на следующий год на отдельном участке.

Какие растения вырастут из отобранных семян?

Если потомство будет иметь сходство с исходной формой, то какое явление может констатировать селекционер?

Если растения будут обыкновенными, то какую форму изменчивости может установить селекционер и почему не оправдаются тогда его надежды получить хорошее потомство?

4. Тест. Выберите правильный ответ.

1. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости сформулировал:

а) Г. Мендель; б) И.В. Мичурин; в) Т. Морган; г) Н.И. Вавилов.

2. Учение о центрах многообразия и происхождения культурных растений создал:

а) Ч. Дарвин; б) Г.Д. Карпеченко; в) Н.И. Вавилов; г) И.В. Мичурин.

3. Инбридинг (близкородственное скрещивание) в селекции растений применяется с целью:

а) повышения жизнеспособности и продуктивности гибридов;

б) проявления у гибридов в результате мутаций новых свойств;

в) перехода летальных и снижающих жизнеспособность генов в гетерозиготное состояние;

г) получения чистых линий для дальнейшей межлинейной гибридизации.

4. Бесплодие межвидовых гибридов в селекции растений преодолевается при помощи:

а) полиплоидии;

б) отдаленной гибридизации (аутбридинга);

в) межлинейной гибридизации;

г) близкородственной гибридизации (инбридинга).

5. В селекции животных не применяют:

- а) неродственное скрещивание (аутбридинг);
- б) метод испытания производителей по потомству;
- в) близкородственное скрещивание (инбридинг);
- г) метод искусственного получения полиплоидов.

6. Межлинейная гибридизация в селекции растений приводит к:

- а) проявлению у гибридов явления гетерозиса;
- б) получению новых чистых линий для дальнейшего скрещивания;
- в) появлению гомозиготных особей, используемых для массового отбора;
- г) снижению жизнеспособности и продуктивности гибридов.

7. В селекции животных обычно вслед за близкородственным скрещиванием (гибридингом) проводят:

- а) массовый отбор производителей;
- б) гибридизацию (скрещивание полученных инбридных линий);
- в) испытание качеств производителей по потомству;
- г) подбор родительских пар для получения инбридных линий.

8. Отдаленную гибридизацию (аутбридинг) в селекции растений применяют с целью:

- а) получения гибридов разных видов и родов, отличающихся повышенной жизнестойкостью и плодовитостью;
- б) преодоления бесплодия у межвидовых и межродовых гибридов;
- в) создания самоопыляющихся чистых линий;
- г) повышения урожайности у существующих сортов.

5. Завершите предложения, вписав вместо точек необходимые термины и понятия.

1. Совокупность методов создания новых сортов растений, пород животных и штаммов микроорганизмов с признаками, нужными человеку – ...

2. Совокупность культурных растений одного вида, искусственно созданная человеком и характеризующаяся определенными наследственными признаками – ...

3. Скрещивание близкородственных особей растений или животных с обычно наступающим после это снижением жизнеспособности полученного потомства, – ...

4. Генотипически однородное потомство, получаемое от самоопыляющейся или самооплодотворяющейся особи с помощью отбора, – ...

5. Мощное развитие гибридов, полученных при скрещивании инбредных (чистых) линий, – ...

6. Скрещивание особей одного вида, не состоящих в непосредственном родстве, – ...

7. Естественное или искусственное скрещивание особей, относящихся к различным линиям, сортам, породам, видам, родам растений или животных, – ...

8. Снижение жизнеспособности и продуктивности у животных и растений, полученных путем гибридизации, вследствие перехода большинства генов в гомозиготное состояние, – ...

### **Вопросы и задания для самоконтроля:**

1. Сравните между собой внутривидовую и отдаленную гибридизацию, выявите черты сходства и различия.
2. Гетерозис в последующих поколениях обычно не сохраняется, затухает. почему, на ваш взгляд, это происходит.
3. Объясните механизм искусственного мутагенеза, его молекулярные основы.
4. Представьте себе, что селекционер. Перед вами стоит задача – вывести высокоурожайный сорт пшеницы на основе искусственного мутагенеза. Опишите последовательность вашей работы и раскройте её содержание.
5. Расскажите о вкладе И. В. Мичурина в развитии селекции.

## **Часть VIII. ЭВОЛЮЦИОННОЕ УЧЕНИЕ**

### **Тема 15. СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ОБ ОСНОВАХ ЭВОЛЮЦИОННОЙ ТЕОРИИ. РАЗВИТИЕ ЭВОЛЮЦИОННОГО УЧЕНИЯ Ч. ДАРВИНА**

**Задание 1.** Ниже перечислены различные воззрения на органический мир и заслуги ученых-биологов. Определите и отметьте в лабораторном дневнике:

- А. Что из перечисленных взглядов и заслуг относится к Линнею?
- Б. Что из перечисленного относится к Ламарку?
- В. Что из перечисленного относится к Дарвину?

1. Виды произошли путем эволюции от ранее живших видов.
2. Виды созданы творцом.
3. Виды неизменны, постоянны, вечны, эволюции нет.
4. Виды непостоянны, медленно изменяются, эволюционируют.
5. Многообразие и единство видов – результат создания их одним творцом по заранее намеченному плану.
6. Многообразие видов – результат эволюции в различных условиях, единство видов – результат их родства.
7. Приспособления (целесообразность) организмов даны им творцом.
8. Приспособления (целесообразность) организмов – результат эволюции.
9. Приспособления (целесообразность) организмов – результат эволюции путем естественного отбора.
10. Основная движущая сила эволюции в природе – естественный отбор.

11. Основная движущая сила эволюции в природе – стремление организмов к прогрессу, самосовершенствованию.
12. Организмы обладают только наследственностью.
13. Организмы обладают и наследственностью и изменчивостью.
14. Изменчивость организмов (появление у них новых признаков) – результат влияния внешней среды и внутреннего стремления к прогрессу.
15. Изменчивость – результат только влияния среды.
16. Внутреннего стремления к прогрессу у организмов нет.
17. Организмы обладают изначальной способностью изменяться только целесообразно (любое изменение полезно для вида).
18. Изначальной способностью изменяться только целесообразно организмы не обладают (среди новых признаков бывают и полезные, и вредные для вида).
19. Материалом в процессе эволюции служит только наследственная изменчивость.
20. Материалом в процессе эволюции служит любая изменчивость.
21. В природе причиной естественного отбора является борьба за существование.
22. Впервые разработал систематику организмов, хотя и искусственную.
23. Ввел принцип двойного названия видов.
24. Впервые построил систематику животных в восходящем, эволюционном порядке.
25. Признавал «закон» наследования новых признаков, приобретенных в результате упражнения или неупражнения органов.
26. Такого «закона» не признавал, не всякий новый признак наследуется.
27. По своему мировоззрению – метафизик и идеалист.
28. Впервые выступил с критикой метафизических идей в биологии.
29. Материалист, опровергал метафизические и идеалистические воззрения на виды.
30. Впервые создал эволюционную теорию.
31. Впервые создал научную теорию эволюции органического мира.
32. Открыл естественные законы развития живой природы, впервые поставил биологию на вполне научную почву.

**Задание 2.** Перечисляем несколько причин, которые приводят к гибели многих особей одуванчика и не дают этому виду занять весь земной шар. Определите, к каким формам борьбы за существование они относятся:

1. плоды вместе с сеном попадают в желудок животного;
2. плодами питаются птицы;
3. всходами питаются травоядные животные;
4. топчут люди, автомашины, тракторы;



5. мешают другие, более высокие растения (крапива, пырей, кустарники и деревья), они затеняют, берут воду и пищу, препятствуют распространению семян одуванчика ветром;

6. сами одуванчики конкурируют друг с другом;

7. семена погибают в пустынях и Антарктиде, на скалах;

8. семена погибают и в средней полосе, если они упадут на неблагоприятные для сохранения и прорастания условия;

9. растения гибнут от сильных морозов и засухи;

10. растения гибнут от болезней (болезнетворных бактерий и вирусов).

11.

**Задание 3.** На рисунке 30 а и 30 б показаны результаты опытов, демонстрирующих принцип конкурентного исключения (а) и сосуществования (б) видов на примере амбарных жуков, питающихся мукой и зернами пшеницы (по Дж.К. Варли, 1978 г.) жуки:

1) *Tribolium confusum*;

2) *Tribolium castaneum*;

3) *Oryzaephilus surinamensis*.

Объясните результаты опытов.

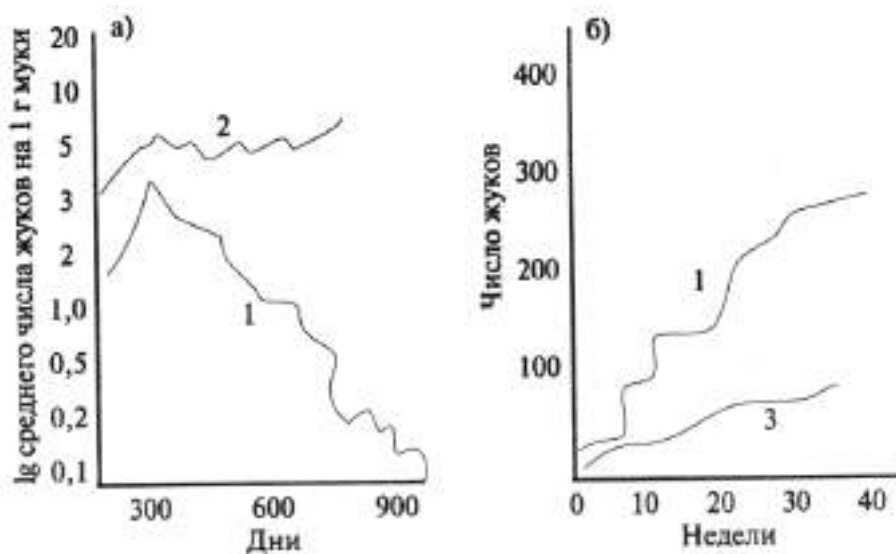


Рисунок 30 – Принципы конкурентного исключения (а) и сосуществования (б) амбарных жуков (по Дж.К. Варли, 1978 г.)

**Задание 4.** На основе ранее изученного материала и сведений о естественном отборе заполните таблицу 13, указав, в результате какой формы отбора произошли перечисленные ниже виды организмов (породы, сорта) или их отдельные признаки, приспособления (ответы обозначить буквами: И - искусственный отбор, Е - естественный отбор).

Таблица 13 – Виды отбора

Примеры	Виды отбора
1. Дикий кролик. 2. Клыки у собак. 3. Выносливость собак к морозу. 4. Привязанность собак к человеку. 5. Чуткость обоняния у собаки. 6. Дикая лошадь Пржевальского. 7. Породы лошадей (тяжеловоз, рысак и др.) 8. Чуткость органов слуха и обоняния у домашних лошадей. 9. Копыта у лошадей. 10. Большая яйценоскость у домашних кур. 11. Размножение кур яйцами. 12. Половое размножение яблони. 13. Крупный размер и приятный вкус плодов культурной яблони. 14. Покровительственная окраска зайца-беляка. 15. Порода кролика с чисто – белой шерстью.	

**Задание 5. Познавательная задача.**

1. Происходит ли в настоящее время на зеленом лугу отбор среди зеленых кузнечиков по окраске тела? Какая это форма отбора? Ответ аргументируйте.

2. Еще сравнительно недавно (40-е годы) применение небольших доз варфарина приводило через несколько дней к гибели всей обработанной популяции крыс, но в настоящее время крысы пожирают варфарин без всякого вреда для себя. Как объяснить появление таких «суперкрыс»?

**Задание 6. Проверьте себя.**

В тех случаях, когда предлагается несколько ответов, выберите наилучший из них:

1. Кеттлуэл пришел к выводу, что темные бабочки встречаются в загрязненных районах чаще, чем светлые, потому что:

а) в промышленных районах темные бабочки откладывают больше яиц, чем светлые;

б) темные бабочки более устойчивы к загрязнению;

в) вследствие загрязнения некоторые бабочки становятся темнее других;

г) в загрязненных районах темные бабочки скорее могут избежать нападения хищников;

д) птицы «считают» светлых бабочек вкуснее «темных».

2. Какая птица достигнет большего эволюционного успеха?

а) откладывает – 9 яиц, вылупляется – 8 птенцов, размножаются – 2;

б) 2 – 2 – 2;

в) 5 – 5 – 3;

г)  $9 - 9 - 4$ .

3. Какие из перечисленных ниже объектов или признаков не способны эволюционировать:

- а) мыши в нашем городе;
- б) окраска популяции бабочек;
- в) стадо овец;
- г) бактерии, обитающие в толстом кишечнике.

Ответьте на вопросы:

Рыбы – лещ, плотва, щука, окунь почти не изменились за 500 000 лет. Растение гинкго заметно не изменилось в течение 180 млн лет. Древними являются некоторые виды дубов, тополей, осин. Как вы объясните такую стабильность видов? Значит ли это, что внутри видов не происходит изменений?

## Занятие 16. МАКРОЭВОЛЮЦИЯ, ЕЁ ДОКАЗАТЕЛЬСТВА

**Задание 1.** Перечисляется ряд явлений в органическом мире: В – вид; Во – волны жизни; Вз – возникновение нового вида; Е – естественный отбор в результате борьбы за существование; Из – изоляция; Ма – макроэволюция; Мн – микроэволюция; Мн – многообразие видов; Му – мутация; Мо – модификации; Н – нескрещиваемость с другими популяциями, подвидами (репродуктивная изоляция); О – относительная приспособляемость; Ос – особь; П – популяция; Пд - подвид; У – усложнение, повышение организаций живых существ.

Выберите правильные ответы из перечисленных на следующие вопросы:

1. Как называется эволюционный процесс внутри вида?
2. Что из перечисленного относится к элементарным эволюционным факторам в микроэволюции?
3. Что из перечисленного является единственным направляющим эволюционным фактором в микроэволюции?
4. Какой элементарный фактор является единственным источником нового эволюционного материала для микроэволюции?
5. Каким элементарным фактором вызывается случайное и резкое увеличение или уменьшение концентрации генов в популяциях?
6. Как называется резкое колебание численности особей в популяциях?
7. Как называется возникновение преград, воспрепятствующих свободному скрещиванию и смешению популяций одного вида?
8. Как называется случайное возникновение в популяции у какой-либо особи нового признака в результате изменения гена (ДНК)?
9. К какому фактору микроэволюции относится нашествие саранчи в некоторые годы?

10. К какому фактору эволюции относится случайная массовая гибель зверей в районе обширного длительного наводнения?

11. Как называется эволюционный процесс возникновения нового подвида и далее нового вида (новых видов) из популяций?

12. В какой группе организмов начинается микроэволюция?

13. Чем завершается микроэволюция?

14. Что является главным признаком возникновения нового вида?

15. В чем заключаются результаты естественного отбора?

16. Какая форма организмов дает начало микроэволюции?

17. Какой формой организмов можно назвать колонию кротов или заросли крапивы?

**Задание 2.** Объясните процесс образования нового вида белого медведя от исходного вида. При объяснении отметьте элементарные эволюционные факторы: возникновение мутаций, волны жизни, естественный отбор, изоляцию под совместным действием которых образуется новый вид белого медведя.

Установлено происхождения бурого и белого медведей. В древнее время (плейстоцен) обитал древний медведь, от которого произошли травоядный пещерный медведь (он вымер) и современная форма – всеядный бурый медведь. В конце ледникового периода от бурого всеядного медведя произошел белый полярный медведь.

Белые медведи самые крупные хищники, масса их достигает 1000 кг, длина тела – до 3 м. Густая шерсть и подкожный толстый слой жира защищают тело от холода. Белая окраска маскирует хищника, когда он подкарауливает добычу. Жизнь белого медведя связана с морем и плавучими льдами. Основная пища — тюлени, рыба, молодые моржи.

Бурые медведи обитают в глухих лесах с буреломом. Они всеядны, у них очень изменчивая окраска шерсти (от черно-бурой до светло-серой), имеются отличия и в толще жирового слоя.

В определенный период сложились благоприятные условия (обилие пищи), медведи расселились далеко в тундру, а затем к берегам Северного Ледовитого океана, где условия жизни резко отличные, чем в лесах. Суровые условия жизни сказались на численности единой прежде популяции лесных медведей. Прошло длительное время и теперь белые и бурые медведи образуют два новых вида (вспомните определение вида и перечислите критерии вида).

### Задание 3. Перечислены названия организмов и биологических явлений

А – кенгуру	П – атавизм
Б – утконос	Р – рудимент
В – пингвин	С - биогенетический закон
Г – археоптерикс	Т – ароморфоз
Д – летучая мышь	У – аналогичные органы
Е – крокодил	Ф – гомологичные органы
Ж – стегоцефал	Х – идиоадаптация
И – латимерия	Ч – регенерация
К – ланцетник	Ш – конвергенция
Л – зверозубые ящеры	Щ – дегенерация
М – эвглена	Ю – дивергенция
Н – псилофиты	Я – мутация
О – ехидна	

Определите:

а) К каким явлениям из перечисленных относятся:

- 1) возникновение хлорофилла и фотосинтеза в процессе эволюции;
- 2) образование усиков на листьях гороха;
- 3) утрата листьев у кактуса;
- 4) образование хобота у слона;
- 5) возникновение постоянной температуры (теплокровности) у млекопитающих;

щих;

- 6) утрата органов пищеварения у паразитических червей-цепней;
- 7) зачатки тазовых костей в толще мышц у кита;
- 8) рождение хвостатых людей;
- 9) зачатки хвостовых позвонков в скелете человека;
- 10) сходство внутреннего строения передних конечностей лошади и крыла

птицы;

- 11) внешнее сходство крыла птицы и крыла бабочки;
- 12) сходство личинки насекомого с кольчатыми червями;
- 13) сходство заростка папоротника с водорослями;
- 14) сходство головастика лягушки с рыбой.

б) Кто из перечисленных организмов относится к живым переходным формам:

- 15) между растениями и животными;
- 16) между позвоночными и беспозвоночными;
- 17) между рыбами и земноводными;
- 18) между пресмыкающимися, птицами и млекопитающими.

в) Кто из перечисленных организмов относится к ископаемым переходным формам:

- 19) между рыбами и земноводными;
- 20) между пресмыкающимися и птицами;
- 21) между пресмыкающимися и млекопитающими;

22) между водорослями и папоротникообразными.

**Задание 4.** Проставьте в лабораторном дневнике против каждого пункта буквенное обозначение соответствующего направления эволюции: А – ароморфоз; И – идиоадаптация; Д – дегенерация.

1. Возникновение хлорофилла.
2. Возникновение фотосинтеза.
3. Дифференциация слоевища (тела растения) на лист, стебель, корень.
4. Возникновение ползучего стебля у земляники.
5. Возникновение полового процесса.
6. Появление проводящей ткани.
7. Появление цветка у покрытосеменных.
8. Утрата листьев и превращение их в колючки (у кактуса).
9. Появление плода у покрытосеменных.
10. Появление семян у голосеменных.
11. Появление лазящего стебля у винограда и плюща.
12. Появление крылышек и волосков на плодах клена и одуванчика.
13. Появление зацепок на плодах лопуха и череды.
14. Появление сочной мякоти в плодах рябины и малины.
15. Утрата листьев развитой корневой и сосудистой систем и околоцветника у ряски.
16. Утрата корней хлорофилла и листьев у повилики.
17. Утрата тычинок и пестика в краевых цветках соцветия подсолнечника.
18. Появление клубней у дикого картофеля.

## **Тема 17. ПРОИСХОЖДЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ**

**Задание 1.** Выберите один правильный ответ.

Вариант I

1. Теория абиогенеза объясняет возникновение жизни на Земле путем:  
а) занесения ее из космоса; б) происхождения ее от живого; в) сверхъестественного творения; г) самопроизвольного зарождения из неживого.
2. Окончательно в XIX в. доказал невозможность самопроизвольного зарождения жизни в питательных средах, помещенных в колбу, с S-образным горлом:  
а) Ф. Реди; б) Л. Пастер; в) А. Левенгук; г) Л. Спаллациани.
3. В 1924 году коацерватную гипотезу происхождения жизни на Земле сформулировал:  
а) Л. Пастер; б) С. Миллер; в) Дж. Бернал; г) А. Опарин.

4. Согласно взглядам А.И.Опарина основными источниками энергии для абиогенного синтеза органических веществ из неорганических на древней Земле были:

а) электрические разряды; б) ультрафиолетовое излучение; в) энергия химических реакций; г) тепловое излучение от извержений вулканов.

5. Согласно теории А. Опарина, коацерваты обладали свойствами живого потому, что:

а) состояли из молекул белка; б) распадались на более мелкие капли; в) воспроизводили новые коацерватные капли; г) осуществляли обмен веществ с окружающей средой.

6. Началом биологической эволюции жизни на Земле принято считать момент возникновения первых:

а) органических веществ; б) коацерватных капель из органических веществ; в) одноклеточных прокариотических организмов; г) одноклеточных эукариотических организмов.

7. Жизнь на Земле возникла:

а) первоначально на суше; б) первоначально в океане; в) на границе суши и океана; г) одновременно на суше и в океане.

8. Первые живые организмы, появившиеся на Земле, по способу дыхания и способу питания были:

а) аэробными автотрофами; б) аэробными гетеротрофами; в) анаэробными автотрофами; г) анаэробными гетеротрофами.

9. При истощении запаса синтезированных абиогенным путем органических веществ, на Земле появились организмы по способу дыхания и способу питания:

а) аэробные автотрофы; б) аэробные гетеротрофы; в) анаэробные автотрофы; г) анаэробные гетеротрофы.

10. Крупнейшим ароморфозом, оказавшим существенное воздействие на ранние этапы эволюции жизни на Земле, было:

а) появление прокариот; б) появление эукариот; в) возникновение фотосинтеза у прокариот; г) возникновение дыхания у эукариот.

## Вариант II

1. Правильная геохронологическая последовательность эр в истории Земли следующая:

а) архей, протерозой, палеозой, мезозой, кайнозой; б) протерозой, архей, палеозой, мезозой, кайнозой; в) архей, палеозой, протерозой, кайнозой, мезозой; г) кайнозой, мезозой, палеозой, протерозой, архей.

2. Самая древняя из перечисленных в истории земли эра: а) архей; б) мезозой; в) палеозой; г) протерозой.

3. Основные организмы, существовавшие на Земле в архее:

а) бактерии и сине-зеленые водоросли (цианобактерии);

- б) многоклеточные водоросли и кишечнополостные;
- в) коралловые полипы и многоклеточные водоросли;
- г) морские беспозвоночные животные и водоросли.

4. Главное эволюционное событие в развитии органического мира в протерозое:

- а) выход растений на сушу;
- б) выход многоклеточных животных на сушу;
- в) появление и расцвет эукариот (зеленых водорослей);
- г) появление и расцвет прокариот (сине-зеленых водорослей).

5. Основные организмы, существовавшие на Земле в раннем палеозое (кембрий, ордовик, силур):

- а) костные рыбы, насекомые и водоросли;
- б) трилобиты, панцирные рыбы и водоросли;
- в) кораллы, хрящевые рыбы и споровые растения;
- г) хрящевые рыбы, насекомые и споровые растения.

6. Основные организмы, существовавшие на Земле в позднем палеозое (девон, карбон, пермь):

а) хрящевые рыбы, трилобиты и водоросли; б) панцирные рыбы, трилобиты и папоротникообразные; в) хрящевые и костные рыбы, насекомые и папоротникообразные; г) панцирные и хрящевые рыбы, пресмыкающиеся и папоротникообразные.

7. Главное эволюционное событие в развитии органического мира в середине мезозоя (юра):

- а) господство голосеменных и появление первых птиц;
- б) расцвет папоротникообразных и появление голосеменных;
- в) расцвет земноводных и появление первых млекопитающих;
- г) появление папоротникообразных и расцвет пресмыкающихся.

8. Господствующее положение млекопитающих в эволюции органического мира связано с их:

- а) относительно крупными размерами тела;
- б) высокой плодовитостью и заботой о потомстве;
- в) теплокровностью и внутриутробным развитием;
- г) приспособленностью к разным способам размножения.

9. Главное эволюционное событие в развитии органического мира в середине кайнозоя (неоген):

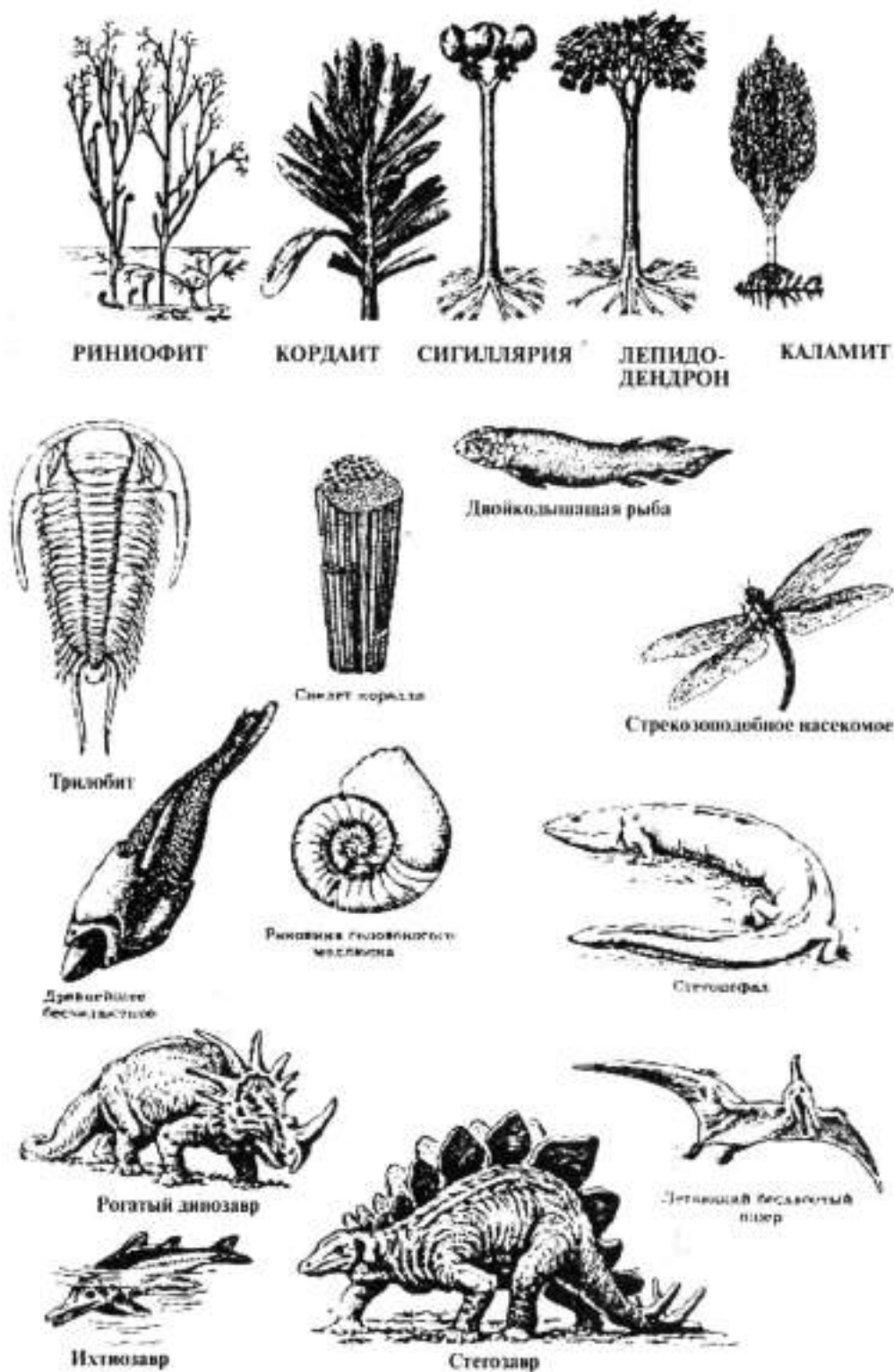
- а) господство млекопитающих, птиц и насекомых;
- б) вымирание пресмыкающихся и появление птиц;
- в) господство голосеменных и вымирание пресмыкающихся;
- г) появление первых млекопитающих и вымирание пресмыкающихся.

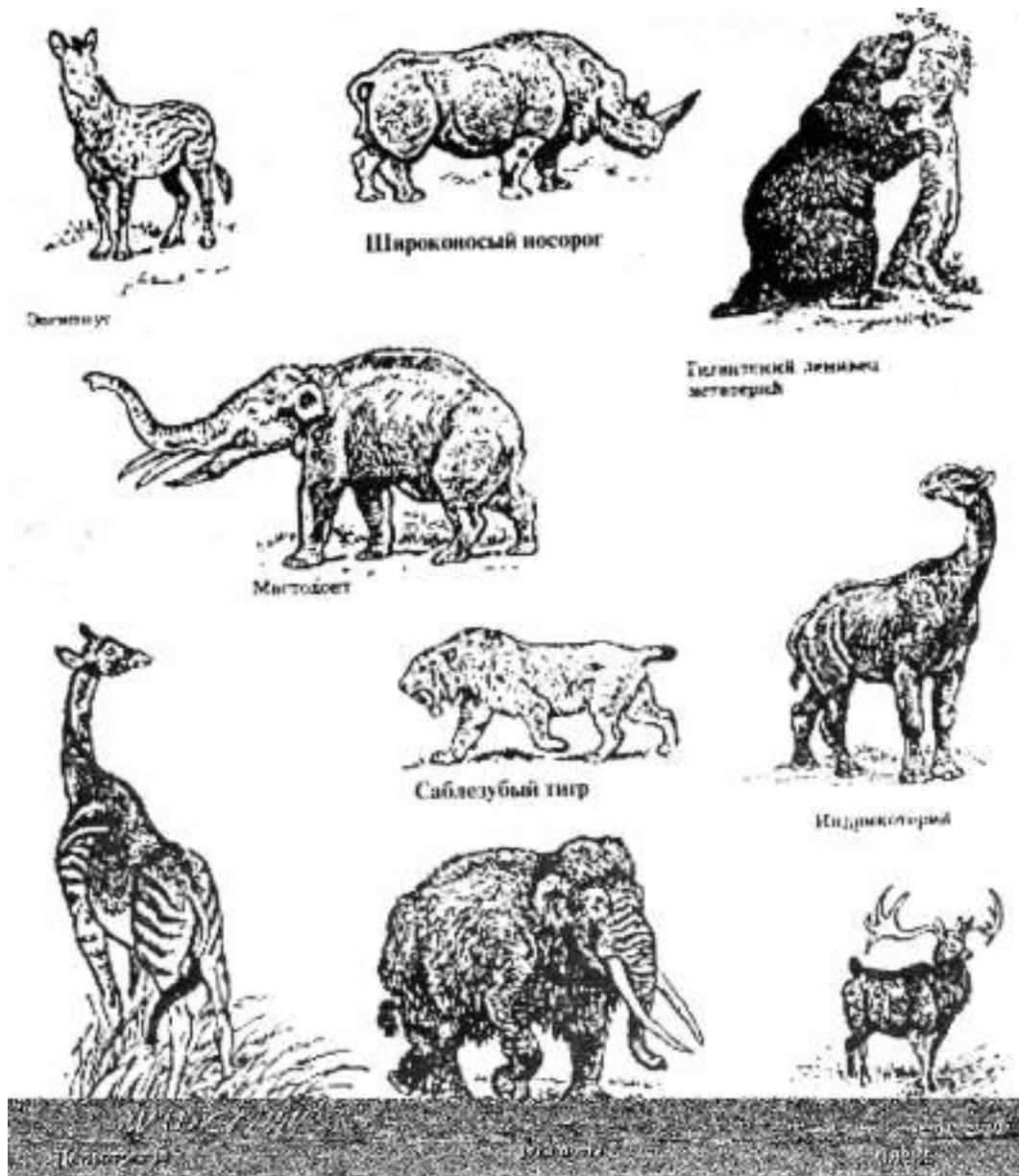


10. Периодом в истории Земли, когда растительный и животный мир приобрел современный облик, был:

- а) неоген; б) антропоген; в) палеоген; г) кайнозой.

**Задание 2.** Рассмотрите рисунки. Установите, в какие геологические эры могли существовать представители растительного и животного мира?





**Задание 3.** Завершите предложения, впишите необходимые термины.

1. Движущими силами эволюции являются: 1) наследственная изменчивость, 2) ..., 3)....
2. Избирательное выживание и преимущественное размножение наиболее приспособленных особей – ...
3. Исходным материалом для естественного отбора является ...
4. Результатом отбора является 1)..., 2)...
5. Форма естественного отбора, поддерживающая постоянство средней нормы – ...
6. Расхождение признаков в пределах вида, популяции в процессе естественного отбора – ...
7. Сближение признаков у разных групп организмов, обитающих в одинаковых условиях – ...
8. Повышение уровня организации организмов в ходе эволюции – ...

9. Возрастание приспособленности, увеличение численности, расширение ареала вида – ...

10. Частные приспособительные изменения, возникающие без изменения общего уровня организации – ...

## РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Бакай, А. В. Генетика [Текст] / А. В. Бакай, И. И. Кочиш, Г. Г. Скрипниченко – М.: КолосС, 2006. – 448 с.
2. Генетика: учебное пособие [Текст] / под ред. А. А. Жученко. – М.: КолосС, 2003. – 480 с.
3. Общая и молекулярная генетика: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / И. Ф. Жимулёв. – Электрон. текстовые данные. – Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2007. – 479 с. – Режим доступа <http://www.iprbookshop.ru/>. – [ЭБС «IPRbooks»]
4. Основы генетики: учебное пособие [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые данные. – Комсомольск-на-Амуре: Амурский гуманитарно-педагогический государственный университет, 2012. – 145 с. – Режим доступа <http://www.iprbookshop.ru/>. – [ЭБС «IPRbooks»]
5. Пухальский, В. А. Введение в генетику (краткий курс лекций) [Текст] / В. А. Пухальский. – М.: КолосС, 2007. – 224 с.
6. Щелкунов, С. Н. Генетическая инженерия: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Биология» и специальностям «Биотехнология», «Биохимия», «Генетика», «Микробиология» [Текст] / Щелкунов, Сергей Николаевич. – 2-е изд.; испр. и доп. – Новосибирск: Сибирское университетское изд-во, 2004. - 496 с.
7. Яблоков, А. В. Эволюционное учение. Учебное пособие для студентов университетов [Электронный ресурс] / А. В. Яблоков, А. Г. Юсуфов. – М.: Высшая школа, 2006. – 343 с. – Электронная библиотека РГАТУ.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айала, Ф. Современная генетика / Ф. Айала, Дж. Кайгер. – М.: Мир, 1987.
2. Биология. Углубленный курс: учебник для бакалавров / под ред. В. Н. Ярыгина. – 6-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2013. – 763 с.
3. Ватти, К. В. Руководство к практическим занятиям по генетике / К. В. Ватти, М. М. Тихомирова. – М.: Просвещение, 1979.
4. Никольский, В. И. Практические занятия по генетике / В. И. Никольский. – М.: Академия. 2012. – 224 с.
5. Пухальский, В. А. Введение в генетику / В. А. Пухальский. – М.: КолосС, 2007. – 224 с.
6. Яблоков, А. В. Эволюционное учение / А. В. Яблоков, А. Г. Юсуфов. – М.: Высшая школа, 1976. – 331 с.

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»**

**БИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА**

**Методические указания  
для лабораторных занятий и самостоятельной работы  
обучающихся по направлению подготовки 06.03.01 Биология**

**Рязань – 2019**

Методические указания подготовлены профессором кафедры, доктором биологических наук С.А. Нефедовой.

Рецензенты:

заведующий кафедрой анатомии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский университет физической культуры» доктор биологических наук, профессор Я.В. Латюшин;

заведующая кафедрой биологии и методики ее преподавания федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина», кандидат биологических наук, доцент С. И. Ананьева.

Методические указания обсуждены на заседании кафедры зоотехнии и биологии 30 августа 2019 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой



Быстрова И. Ю.

Одобрено учебно-методической комиссией по направлению подготовки 06.03.01 Биология 30 августа 2019 г., протокол № 1

Председатель учебно-методической комиссии по направлению подготовки 06.03.01 Биология



Федосова О. А.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
РАЗДЕЛ 1. ОСНОВЫ АНТРОПОЛОГИИ .....	5
Тема 1. Антропогенез, антропология и антропометрические параметры .....	5
РАЗДЕЛ 2. АНАТОМИЯ, МОРФОЛОГИЯ И ОСНОВЫ ФИЗИОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА .....	6
Тема 2. Опорно-двигательный аппарат человека .....	6
<i>Коллоквиум по антропологии, остео- и миологии .....</i>	<i>7</i>
Тема 3. Система органов пищеварения человека. Гигиена питания .....	8
Тема 4. Система органов дыхания человека .....	9
Тема 5. Выделительная система человека .....	10
Тема 6. Сердечно-сосудистая система человека .....	10
Тема 7. Кровь человека, морфология, кроветворные органы .....	11
Тема 8. Эндокринная система человека .....	13
<i>Коллоквиум по спланхнологии .....</i>	<i>13</i>
Тема 9. Центральная нервная система человека .....	16
Тема 10. Периферическая нервная система .....	17
Тема 11. Психофизиологические особенности человека .....	19
Тема 12. Строение сенсорных систем человека .....	20
<i>Коллоквиум по анатомии и физиологии нервной системы, сенсорным системам ..</i>	<i>20</i>
Тема 13. Выездное занятие в дом-музей И.П. Павлова .....	21
РАЗДЕЛ 3. РАЗМНОЖЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ЧЕЛОВЕКА .....	22
Тема 14. Анатомические и функциональные особенности женской и мужской половых систем .....	22
Тема 15. Периодизация онтогенеза человека. Особенности развития при полиэмбрионии .....	23
Тема 16. Критические периоды в онтогенезе человека. Преодоление проблемы бес- плодия: методы получения и работы с эмбриональными объектами .....	23
<i>Коллоквиум по разделу .....</i>	<i>24</i>
РАЗДЕЛ 4. АНАТОМО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИИ ЧЕЛОВЕКА .....	24
Тема 17. Органы иммунной системы человека .....	24
Тема 18. Особенности формирования иммунитета человека в онтогенезе .....	25
Тема 19. Факторы профессионального стресса .....	26
Тема 20. Биологические основы профилактики профессиональных болезней .....	28
<i>Коллоквиум по разделу .....</i>	<i>31</i>
РАЗДЕЛ 5. СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА .....	33
Тема 21. Здоровье человека .....	33
Тема 22. Физиологические методы анализа и оценки состояния здоровья человека, правовые нормы исследовательских работ .....	34
Тема 23. Глобальные проблемы человечества .....	41
Тема 24. Человек и окружающая среда: использование статистических показателей здравоохранения и социологии для оценки состояния природной среды .....	42
<i>Коллоквиум по разделу .....</i>	<i>42</i>
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	43

## ВВЕДЕНИЕ

### 1. Цели и задачи освоения учебной дисциплины

**Цель:** изучение теоретических и прикладных вопросов, включающих сведения по антропологии, нормальной анатомии человека, закономерностям интегральной деятельности мозга, основам психофизиологии в возрастном и половом аспектах, с учетом современных знаний и научных подходов.

**Задачи:**

- систематизация знания студентов о строении органов и систем тела человека;
- ознакомление с анатомо-физиологическими, генетическими, психофизиологическими, экологическими, поведенческими и социальными особенностями в сравнении с приматами, а также другими млекопитающими;
- изучение возрастных особенностей развития и влияние экологических факторов на организм человека, формирование представления о положении человека в системе животного мира;
- ознакомление с элементами патологической анатомии и патологической физиологии (рассматриваются наиболее распространенные нарушения работы организма и их профилактика);
- изучение основ здорового образа жизни.

### 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

ОПК-4 – способность применять принципы структурной и функциональной организации биологических объектов и знание механизмов гомеостатической регуляции, владеть основными физиологическими методами анализа и оценки состояния живых систем;

ОПК-10 – способность применять базовые представления об основах общей, системной и прикладной экологии, принципы оптимального природопользования и охраны природы, мониторинга, оценки состояния природной среды и охраны живой природы;

ОПК-13 – готовность использовать правовые нормы исследовательских работ и авторского права, а также законодательства Российской Федерации в области охраны природы и природопользования.



## РАЗДЕЛ 1. ОСНОВЫ АНТРОПОЛОГИИ

### Тема 1. Антропогенез, антропология и антропометрические параметры

#### Вопросы:

1. Антропология. Конституциональные типы людей.
2. Биологическое и социальное в человеке. Комплексный подход к изучению человека.
3. Альтернативы эволюционной концепции происхождения человека на Земле (теологический подход, инопланетное происхождение, стационарного состояния). Аргументы и факты таких теорий.
4. Эволюция человека. Антропогенез.
5. Демография. Современное состояние и прогнозирование роста народонаселения Земли и России.

**Задание 1.** Используя §1 учебного пособия, изучите и запишите в тетрадь принципы классификации конституциональных типов человека. Укажите взаимосвязь конституции человека с эволюционными, генетическими, экологическими факторами.

**Задание 2.** Воспользуйтесь материалом лекции и составьте схему «Биологическое и социальное в человеке».

**Задание 3.** На основе материала доклада о теориях происхождения человека заполните таблицу 1.

Таблица 1 – Теории происхождения человека

Название теории	Происхождение человека	Факты
Эволюционная теория		
Креационизм		
Внешнего вмешательства		
Пространственных аномалий		

### Самостоятельная работа

#### *Эволюция человека. Антропогенез*

**Задание 1.** Используя § 3 пособия, изучите наиболее древних и примитивных представителей эволюционного ствола гоминид. Дайте характеристику.

**Задание 2.** С помощью иллюстраций изучите и зарисуйте эволюционное древо р. *Ното*.

**Задание 3.** Изучите представителей протоантропов, архантропов, палеоантропов и неоантропам. Используйте фотографии ископаемых останков. Заполните таблицу 2.

Таблица 2 – Этапы эволюции человека

Группа го- минид	Представители, возраст	Особенности морфологии (стро- ение скелета, развитие мозга и др.)	Образ жизни, поведение

### *Демографическая ситуация в стране и мире*

На основе §2 пособия изучите и законспектируйте, что является предметом изучения демографии, ее методы и задачи. Отметьте тенденции развития демографической ситуации в мире и России. Какие меры, на Ваш взгляд, будут способствовать повышению рождаемости, снижению смертности и продлению жизни.

## **РАЗДЕЛ 2. АНАТОМИЯ, МОРФОЛОГИЯ И ОСНОВЫ ФИЗИОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА**

### **Тема 2. Опорно-двигательный аппарат человека**

#### **Вопросы**

1. Состав и строение костей человека.
2. Соединение костей.
3. Строение и классификация мышц.
4. Нарушения работы опорно-двигательного аппарата. Причины, первая помощь, профилактика.
5. Онтогенез опорно-двигательного аппарата человека.

**Задание 1.** Используя § 4 пособия и атлас, изучите состав, свойства, строение и классификацию костей. Заполните таблицу.

#### **Строение костей**

Оболочка или структура	Расположение	Свойства и функции

**Задание 2.** Изучите виды соединения костей. Заполните таблицу.

#### **Соединение костей**

Вид соединения	Характеристика	Свойства и функции

**Задание 3.** Изучите виды суставов. Зарисуйте примеры суставов.

**Задание 4.** Изучите строение мышц. Охарактеризуйте уровень обменных процессов в мышцах, связь с нервной системой.

**Задание 5.** Изучите классификацию мышц. Рассмотрите на фотографиях внешнюю проекцию мышц плечевого пояса. Запишите в тетради в группы мышц, приведите примеры.

**Самостоятельная работа**  
***Нарушения работы опорно-двигательного аппарата.***  
***Причины, первая помощь, профилактика***

Изучите наиболее распространенные нарушения опорно-двигательного аппарата. Первая помощь при переломах, растяжениях, вывихах и ушибах.

***Онтогенез опорно-двигательного аппарата человека***

Выпишите особенности опорно-двигательного аппарата у людей разного возраста. Изучите причины патологии скелета и мускулатуры у людей пожилого возраста.

**Коллоквиум по антропологии, остео- и миологии**

1. Антропология.
2. Проблемы современной антропологии.
3. Математическое моделирование в антропологии.
4. Конституциональные типы людей (теории).
5. Биологическое и социальное в человеке.
6. Комплексный подход к изучению человека.
7. Альтернативы эволюционной концепции происхождения человека на Земле (теологический подход, инопланетное происхождение, стационарного состояния). Аргументы и факты таких теорий.
8. Методы анализа демографического состояния, мониторинг, прогнозы.
9. Предки современного человека. Приматы.
10. Эволюция гоминид. Протоантропы.
11. Эволюция архантропов, палеоантропов.
12. Характеристика неоантропов.
13. Строение костей и виды их соединения.
14. Изучение строения позвоночника человека.
15. Пояса конечностей.
16. Скелетная и гладкая мускулатура.
17. Закономерности распределения мышц в организме человека.
18. Нарушения работы опорно-двигательного аппарата и профилактика заболеваний.

***Ситуационные задачи:***

*1. Определяя химический состав кости с исследовательскими целями, выявили, что количественное соотношение составляющих ее элементов типично для живого взрослого организма.*

1. Каково процентное содержание органических и неорганических веществ в костях у живого человека?

2. Как называются органические вещества мацерированной кости?

*2. Демонстрируя на лекции малоберцовую кость, подвергшуюся специальной обработке (кислотой), лектор показал ее гибкость.*

1. Какие вещества, входящие в состав кости, обеспечивают ее упругость и эластичность?

2. При преобладании каких веществ (органических или неорганических) кость становится хрупкой и ломкой?

3. При травматическом повреждении головы (удар) среди прочих изменений определили нарушение целостности компактного вещества теменной кости, наличие острых отломков внутренней ее пластинки, которые могут повредить твердую оболочку головного мозга.

1. Как называется эта пластинка?

2. Как называется губчатое вещество, расположенное между двумя пластинками компактного вещества костей свода черепа?

4. На экзамене по анатомии у студента вызвал затруднение вопрос об источниках роста трубчатых костей в толщину и длину.

1. За счет каких структур происходит утолщение костей и образование кости в местах ее перелома?

2. За счет чего растет трубчатая кость в длину?

5. При рентгеноскопическом исследовании выявлены с двух сторон дополнительные ребра, соединенных 1-м поясничным позвонком.

1. Как называются эти добавочные ребра?

2. Возможно ли наличие добавочных ребер в других частях тела? Если да, то где и как эти ребра называются?

6. На практическом занятии студенты обратили внимание на наличие аномалий развития демонстрируемого скелета: сращение 1-го шейного позвонка с черепом, а также уменьшение числа крестцовых позвонков до четырех, сопровождающееся увеличением числа поясничных позвонков.

1. Как называется сращение атланта с черепом?

2. Дайте название указанной аномалии развития крестцовых позвонков.

7. При рентгеноскопическом исследовании у десятилетнего мальчика обнаружили отсутствие единой крестцовой кости (крестца) и наличие отделенных друг от друга светлыми промежутками (хрящами) крестцовых позвонков.

1. О чем свидетельствует такая картина, почему у мальчика отсутствует единая крестцовая кость?

2. Как называется такой вид соединений в крестцовом отделе позвоночного столба, как это имеется у мальчика?

### **Тема 3. Система органов пищеварения человека. Гигиена питания**

#### **Вопросы**

1. Проекция внутренних органов.

2. Морфология пищеварительной системы.

3. Основы и принципы здорового питания. Калорийность питательных веществ.

4. Нарушения работы пищеварительной системы. Дисбактериоз, инфекционные заболевания, профилактика.

**Задание 1.** Используя материал § 5 методического пособия и наглядные материалы, изучите и зарисуйте в тетрадь проекции органов грудной и брюшной полостей на наружную поверхность тела человека.

**Задание 2.** По § 6 пособия и наглядным материалам изучите строение пищеварительной системы и заполните таблицы в тетради.

### Морфология пищеварительной системы человека

Отдел пищеварительного тракта (рисунок)	Строение	Функция

### Пищеварительные железы

Пищеварительная железа	Строение	Функция

**Задание 3.** Изучите основы и принципы здорового питания, калорийность питательных веществ. Пользуясь таблицами питательной ценности продуктов, составьте сбалансированный рацион питания человека в зависимости от физической нагрузки и возраста по вариантам: 1 – для студента, 2 – для рабочего, 3 – для преподавателя.

### Самостоятельная работа

#### *Нарушения работы пищеварительной системы. Дисбактериоз, инфекционные заболевания, профилактика*

Заполните таблицу

#### Распространенные заболевания пищеварительной системы человека

Заболевание	Причины возникновения (этиология)	Клинические проявления (симптомы)	Профилактика

## Тема 4. Система органов дыхания человека

### Вопросы

1. Морфология дыхательной системы.
2. Физиология дыхания.

**Задание 1.** Используя § 7 методического пособия и атлас, изучите строение дыхательной системы человека. Заполните таблицу.

### Морфология дыхательной системы человека

Отдел дыхательной системы (рисунок)	Строение	Функция

**Самостоятельная работа**  
**Нарушения работы дыхательной системы.**  
**Профилактика туберкулеза**

Изучите распространенные заболевания дыхательной системы человека.  
Заполните таблицу.

**Распространенные заболевания дыхательной системы человека**

Заболевание	Причины возникновения (этиология)	Клинические проявления (симптомы)	Профилактика

**Тема 5. Выделительная система человека**

**Вопросы**

1. Строение выделительной системы человека.
2. Строение почек.

**Задание 1.** Используя § 9 методического пособия и атлас изучите строение выделительной системы человека. Заполните таблицу.

**Морфология выделительной системы человека**

Отдел выделительной системы (рисунок)	Строение	Функция

**Задание 2.** Изучите с помощью атласа и зарисуйте строение почки. Отметьте строение нефрона, кровеносную систему почки.

**Тема 6. Сердечно-сосудистая система человека**

**Вопросы**

1. Функции кровеносной системы.
2. Строение сердца.
3. Сосуды, круги кровообращения.
4. Наиболее распространенные нарушения работы сердечно-сосудистой системы.

**Задание 1.** На основе § 8 пособия изучите и запишите функции кровеносной системы.

**Задание 2.** Изучите развитие сердца в онтогенезе человека.

**Задание 3.** Изучите строение сердца человека при помощи атласа и пособия. Законспектируйте материал по плану:

- Расположение и размеры сердца человека
- Поверхности и края сердца

- Строение и функции правого желудочка и правого предсердия
- Строение и функции левого желудочка и левого предсердия
- Стенка сердца
- Клапанный аппарат
- Проводящая система сердца и иннервация

**Задание 4.** Зарисуйте, пользуясь атласом, круги кровообращения.

**Задание 5.** Опишите влияние занятий спортом на работу сердечно-сосудистой системы.

**Задание 6.** Изучите наиболее распространенные нарушения работы сердечно-сосудистой системы и их профилактику

### Самостоятельная работа

#### *Распространенные заболевания кровеносной системы человека*

Изучите распространенные заболевания сердечно-сосудистой системы человека.

Заполните таблицу.

Заболевание	Причины возникновения (этиология)	Клинические проявления (симптомы)	Профилактика

### Тема 7. Кровь человека, морфология, кроветворные органы

#### Вопросы

1. Морфология крови человека. Виды клеток и их количество.
2. Функции крови человека.

Кровь относится к группе соединительных тканей. Состоит она из промежуточного вещества – плазмы и форменных элементов (эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов).

**Задание 1.** Рассмотрите микропрепараты крови человека, зарисуйте и опишите особенности строения клеток крови и их расположение в поле зрения.

*Описание препарата «Мазок крови человека».* Окраска: по методу Романовского. Сначала необходимо ознакомиться с рисунком мазка крови и нарисовать в альбоме клетки крови. Затем препарат мазка крови помещается на предметный столик микроскопа и просматривается с использованием иммерсионной системы. На препарат наносится капля масла. Конденсор поднят до конца. Диафрагма открыта. Объектив × 90 погружают в масло до соприкосновения с препаратом. Затем микровинтом поднимают тубус до получения изображения. Необходимо научиться идентифицировать клетки крови на препарате.

Эритроциты. Их больше других клеток. Имеют правильную округлую форму. Ядро отсутствует.

Нейтрофилы. Размер их 1,5-2,0 эритроцита. В цитоплазме фиолетовая зернистость. Юные нейтрофилы имеют ядро бобовидной формы; палочкоядерные име-

ют ядро в виде петли, подковы или буквы S; сегментоядерные – разделенное на сегменты, соединенные перемычками.

Эозинофилы. Немного крупнее нейтрофилов. В цитоплазме крупные красные зерна. Ядро фиолетовое. Чаще – из двух сегментов.

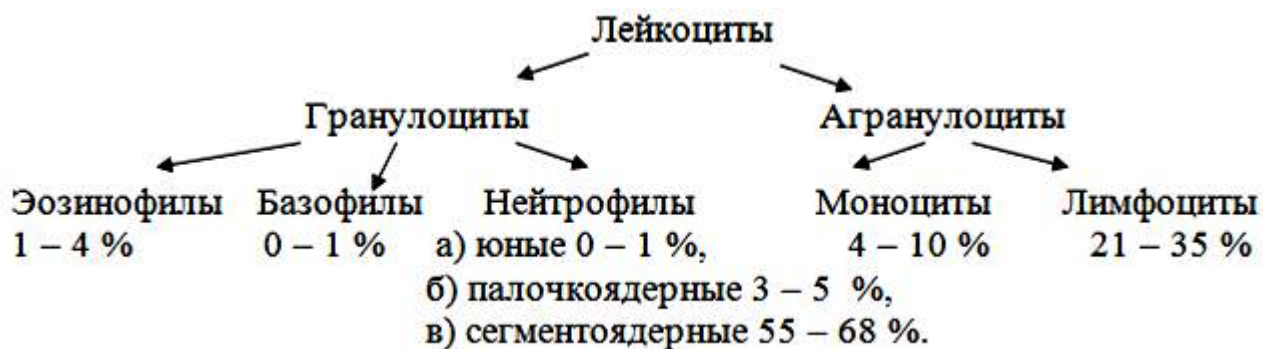
Базофилы. Размеры такие же, как у нейтрофилов. Ядро неопределенной формы. Фиолетовая зернистость сосредоточена главным образом вокруг ядра.

Лимфоциты. Размер 1,0-1,5 эритроцита. Круглое темно-фиолетовое ядро занимает большую часть клетки. Цитоплазма окружает ядро узким ободком.

Моноциты. Наиболее крупные клетки. Размер – 4 эритроцита. Ядро бобовидной формы. Цитоплазма – голубовато-серая.

Тромбоциты (кровяные пластинки). Имеют вид маленьких базофильных телец неопределенной формы. Образуют скопления.

**Задание 2.** Лейкоцитарная формула. После изучения форменных элементов крови выведем лейкоцитарную формулу, то есть процентное соотношение различных форм лейкоцитов. Для их подсчета чертим в тетради (альбоме) сетку из 100 квадратов (10×10). Пять верхних рядов предназначают для сегментоядерных нейтрофилов, шестой ряд – для палочкоядерных. В следующих трех рядах – лимфоциты. В последнем ряду – эозинофилы и моноциты. Встретившиеся формы лейкоцитов вносим в сетку, обозначая их начальными буквами. Равномерность подсчета достигается передвижением препарата по зигзагообразной линии, причем в каждом зигзаге подсчитывается количество клеток в двух-трех полях зрения. Полученные результаты заносим в таблицу и сравниваем с нормальной формулой крови:



При различных заболеваниях может изменяться число разных видов лейкоцитов. Например, при воспалении увеличивается число нейтрофилов, при инвазии гельминтами, бронхиальной астме, различных аллергических состояниях – эозинофилов, при туберкулезе – лимфоцитов и т. д. Эти изменения являются важнейшими диагностическими признаками.



## Тема 8. Эндокринная система человека

### Вопросы

1. Органы эндокринной системы человека.
2. Строение и функции желез внутренней секреции.

**Задание 1.** Используя атлас, изучите строение органов эндокринной системы человека. Заполните таблицу.

### Морфология и физиология эндокринной системы человека

Железа эндокринной системы	Строение	Функция

**Задание 2.** Изучите с помощью атласа и зарисуйте топографию желез внутренней секреции: гипофиза, щитовидной железы, тимуса, поджелудочной железы, надпочечников, половых желез.

### Коллоквиум по спланхнологии

#### Вопросы:

1. Морфология пищеварительной системы.
2. Основы и принципы здорового питания. Калорийность питательных веществ.
3. Наиболее распространенные нарушения пищеварительной системы.
4. Морфология дыхательной системы человека.
5. Наиболее распространенные нарушения дыхательной системы.
6. Сосуды кругов кровообращения.
7. Строение сердца. Клапанный аппарат. Топография сердца. Сосуды сердца.
8. Основные нарушения работы сердечно-сосудистой системы и их причины. Профилактика.
9. Строение выделительной системы человека.
10. Строение почек.
11. Органы эндокринной системы: строение и функции.

#### Ситуационные задачи:

##### Органы дыхания

8. В травматологический пункт обратился юноша с повреждением наружного носа. При обследовании обнаружен перелом костной его основы.

1. Какие кости образуют костный скелет наружного носа?
2. Какие плотные анатомические структуры также участвуют в образовании скелета наружного носа?

9. Воспалительный процесс слизистой оболочки полости носа в области верхнего носового хода может распространяться на сообщающиеся с ним околоносовые пазухи.

1. Какие околоносовые пазухи открываются в верхний носовой ход?

2. Имеются ли в области верхней носовой раковины обонятельные нейросенсорные клетки?

10. При введении в нижние дыхательные пути интубационной трубки врач должен перед этим осмотреть вход в гортань.

1. Где находится и чем ограничен вход в гортань?

2. Какие хрящи участвуют в образовании твердого скелета гортани?

11. Известно, что новорожденный ребенок и дети первого года жизни способны дышать и глотать (пить) одновременно, что имеет важное значение для акта сосания.

1. Какие возрастные анатомические особенности гортани обеспечивают эту возможность?

2. Какие анатомические образования закрывают вход в гортань при проглатывании пищи?

12. При обследовании больного отоларинголог выявил недостаточное расширение голосовой щели при фонации, что связано с функциональной недостаточностью одной из мышц гортани.

1. Какие мышцы гортани расширяют голосовую щель?

2. Какова средняя ширина голосовой щели у взрослого человека при свободном дыхании? При фонации?

13. При судебно-медицинском вскрытии трупа взрослого человека обнаружено ножевое повреждение передней области шеи на уровне 5-го шейного позвонка.

1. Могла ли быть повреждена трахея в этом случае?

2. Какова скелетотопия трахеи у взрослого человека?

### **Мочеполовой аппарат**

14. При исследовании биопсии почки, согласно заключению специалиста, микроанатомическое строение этого органа соответствовало норме. Какие части нефронов были выявлены:

1. В свернутой части коркового вещества?

2. В лучистой части коркового вещества?

15. При двустороннем рентгеновском исследовании почек у ребенка установили различную форму образования почечной лоханки. Справа малые почечные чашки непосредственно впадают в почечную лоханку, а большие почечные чашки отсутствуют. Слева на фоне несформированности лоханки большие почечные чашки непосредственно переходят в мочеточник. Назовите указанные формы формирования почечной лоханки:

1. Справа.

2. Слева.

16. При судебно-медицинском вскрытии трупа мертворожденного ребенка были выявлены аномалии развития мочевых органов. Обнаружено сращение нижних концов правой и левой почек, а также недоразвитие стенки мочевого пузыря в сочетании с несращением лобковых костей. Как называются аномалии развития:

1. Почки?

2. Мочевого пузыря?

17. Исследуя скелетотопию почек у новорожденного методом рентгеноскопии, установили, что верхний конец левой почки проецируется на уровне верхнего края 12-го грудного позвонка, нижний ее конец соответствовал нижнему краю 4-го поясничного позвонка. Правая почка располагалась на полпозвонка ниже.

1. Соответствуют ли границы почки возрастной норме?

2. Если нет, то укажите скелетотопию почек в этом возрасте.

18. Исследование трупа мертворожденного мальчика выявило аномалии развития мочевых органов. Обнаружили расщепление (неполное заращение) верхней стенки уретры и, кроме того, несращение передней брюшной стенки в сочетании с отсутствием передней стенки у мочевого пузыря. Как называются аномалии развития:

1. Уретры?

2. Мочевого пузыря?

19. В случаях отхождения камня из почки при мочекаменной болезни он может застрять в зонах анатомических сужений мочеточника.

1. Укажите известные Вам сужения мочеточника.

2. С чем связано наличие физиологических сужений мочеточников, наблюдаемых часто при рентгеноскопии?

20. У мочеиспускательного канала имеются анатомические сфинктеры.

1. Расслабление какого из них вызывает произвольное мочеиспускание?

2. Какую часть уретры этот сфинктер окружает?

21. Во время операции по поводу кривой паховой грыжи хирург увидел в паховом канале у оперируемой женщины округлую связку (соединительнотканый тяж).

1. Как называется эта связка?

2. Какое анатомическое образование хирург мог бы увидеть в паховом канале у мужчины?

## **Органы пищеварения**

22. Известно, что форма двенадцатиперстной кишки у человека имеет значительную типовую и индивидуальную изменчивость.

1. Какие основные формы этого органа Вам известны?

2. Какая форма двенадцатиперстной кишки встречается наиболее часто?

23. При изучении биопсии стенки тонкой кишки (прижизненное взятие кусочка ткани) патологоанатому для сравнения необходимо вспомнить особенности конструкции кишечной ворсинки у здорового человека.

1. Назовите, в какой части ворсинки у здорового человека располагается млечный синус.

2. Как (с каких сторон) по отношению к млечному синусу располагаются кровеносные капилляры?

24. При диагностическом исследовании было необходимо осмотреть устье общего желчного протока.

1. В какой отдел двенадцатиперстной кишки с этой целью должен ввести оптический прибор врач-специалист?

2. Как называется складка слизистой оболочки кишки, на которой располагается большой сосочек двенадцатиперстной кишки?

### **Эндокринные железы**

25. При проникающем ранении сквозь заднюю стенку брюшной полости оказался поврежденным правый надпочечник.

1. На уровне какого позвонка располагается правый надпочечник у взрослого человека

2. С какими органами соприкасается задняя и передняя поверхности правого надпочечника?

26. Отвечая на экзамене на вопрос, касающийся гипофиза, студент не смог описать его расположение в полости черепа и по отношению к головному мозгу.

1. Где в полости черепа расположен гипофиз, его передняя и задняя доли?

2. Опишите взаимоотношения гипофиза с костями основания черепа.

27. Обследуя больного в отделении эндокринологии, установили наличие локальной опухоли, поражающей промежуточную долю гипофиза, сопровождающейся нарушением выработки соответствующего гормона.

1. Сколько долей различают у гипофиза? Как эти доли расположены в гипофизе?

2. Какие части выделяют у гипофиза, кроме его долей и в их числе?

28. У больного обнаружено воспалительное заболевание поджелудочной железы, в связи с чем у этого человека нарушен сахарный обмен. Предполагается поражение структур, регулирующих углеводный обмен в организме.

1. Какие структуры в составе поджелудочной железы относят к эндокринным?

2. Какие еще железы внутренней секреции в организме человека участвуют в регуляции углеводного обмена?

29. При комплексном обследовании в отделении эндокринологии у мужчины выявили значительное развитие в высоту пирамидальной доли щитовидной железы, подходящую почти до уровня подъязычной кости.

1. Какие еще части (кроме пирамидальной доли) различают у щитовидной железы?

2. Где располагается щитовидная железа? Какие внутренние органы находятся рядом с этой железой? Где располагаются околощитовидные железы, сколько этих желез бывает в норме?

## **Тема 9. Центральная нервная система человека**

### **Вопросы**

1. Морфология нервной системы.
2. Головной мозг.
3. Спинной мозг.

**Задание 1.** Используя материал §11 методического пособия изучите функции, подразделения нервной системы человека.

**Задание 2.** Отметьте выдающихся ученых-физиологов, которые внесли вклад в изучение нервной системы.

**Задание 3.** Опишите онтогенез нервной системы.

**Задание 4.** Центральная нервная система. Ствол мозга (продолговатый и задний мозг). Изучите §12 пособия, рассмотрите наглядные материалы в атласе. Запишите и заполните в тетради таблицу.

### Строение и функции ствола мозга

Одел мозга	Мозговые структуры, входящие в отдел	Строение, расположение	Функции
Продолговатый мозг	Оливы		
	Дно IV желудочка		
Задний мозг	Варолиев мост		
	Мозжечок		
	IV желудочек		
Средний мозг	Крыша среднего мозга		
	Ножки мозга		
	Водопровод среднего мозга		

**Задание 5.** Изучите строение и функции промежуточного мозга. Заполните таблицу.

### Строение и функции промежуточного мозга

Мозговые структуры, входящие в отдел	Строение, расположение	Функции
Таламус		
Гипоталамус		
Метаталамус		
Эпиталамус		
Гипофиз		
Эпифиз		
III желудочек		

**Задание 6.** Изучите строение и функции ретикулярной формации и лимбической системы (*самостоятельная работа*).

**Задание 7.** Изучите строение спинного мозга по §14 пособия. Рассмотрите микропрепарат «Срез спинного мозга». Запишите сегменты спинного мозга человека.

**Задание 8.** С помощью пособия и наглядного материала зарисуйте строение спинного мозга.

**Задание 9.** Изучите §16 пособия и охарактеризуйте варианты проявления асимметрии головного мозга человека.

**Задание 10.** Охарактеризуйте важнейшие центры речи и нарушения их работы.

### Тема 10. Периферическая нервная система

#### Вопросы

1. Отделы периферической нервной системы
2. Функции периферической нервной системы

**Задание 1.** Изучите схему (рисунок 1). Опишите строение периферической нервной системы человека.

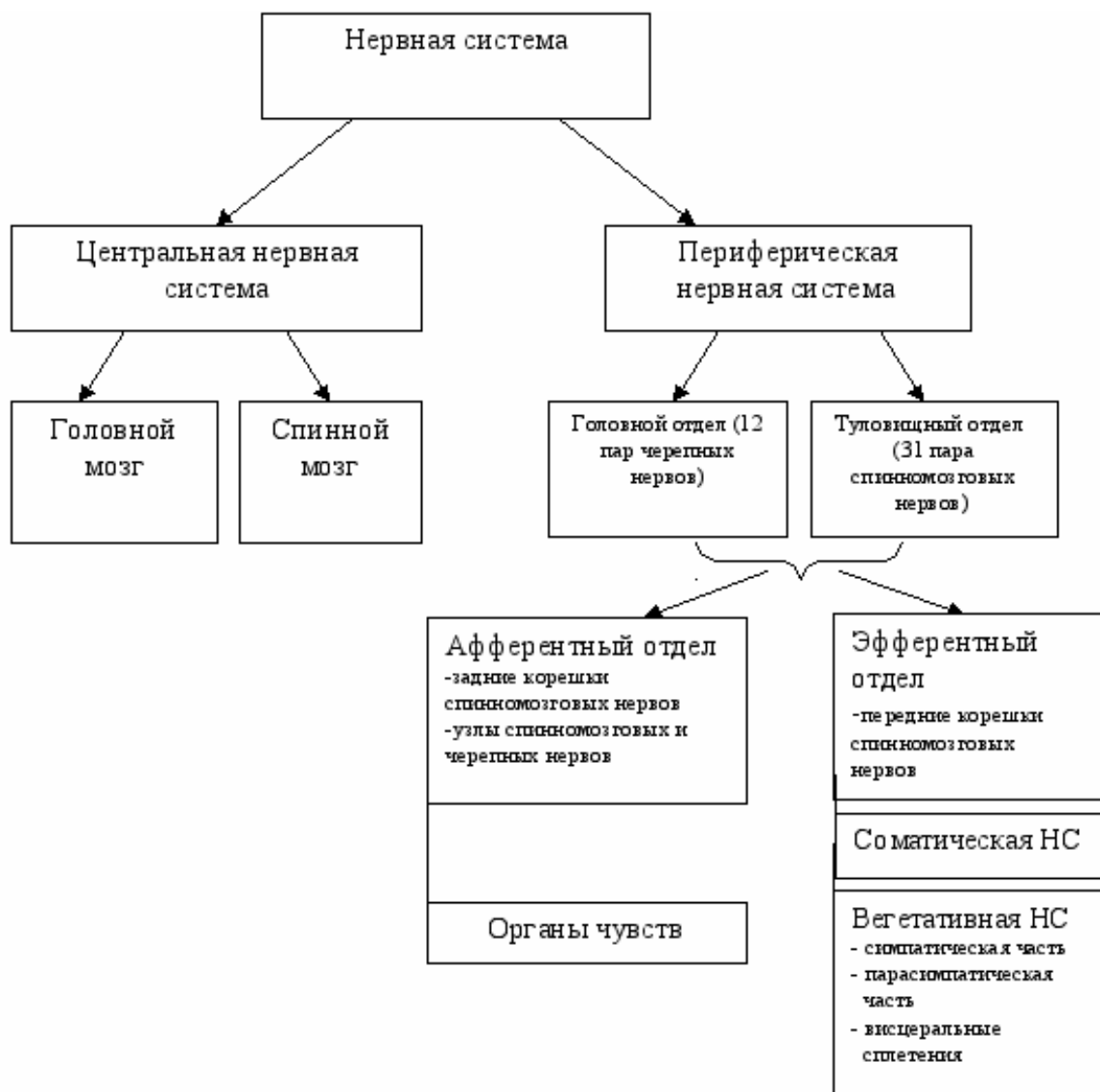


Рисунок 1 – Отделы нервной системы человека.

**Задание 2.** Пользуясь схемой (рисунок 2), опишите передачу нервного импульса:

- при падении человека;
- при звучании своего имени;
- при избытке углекислого газа в воздухе.

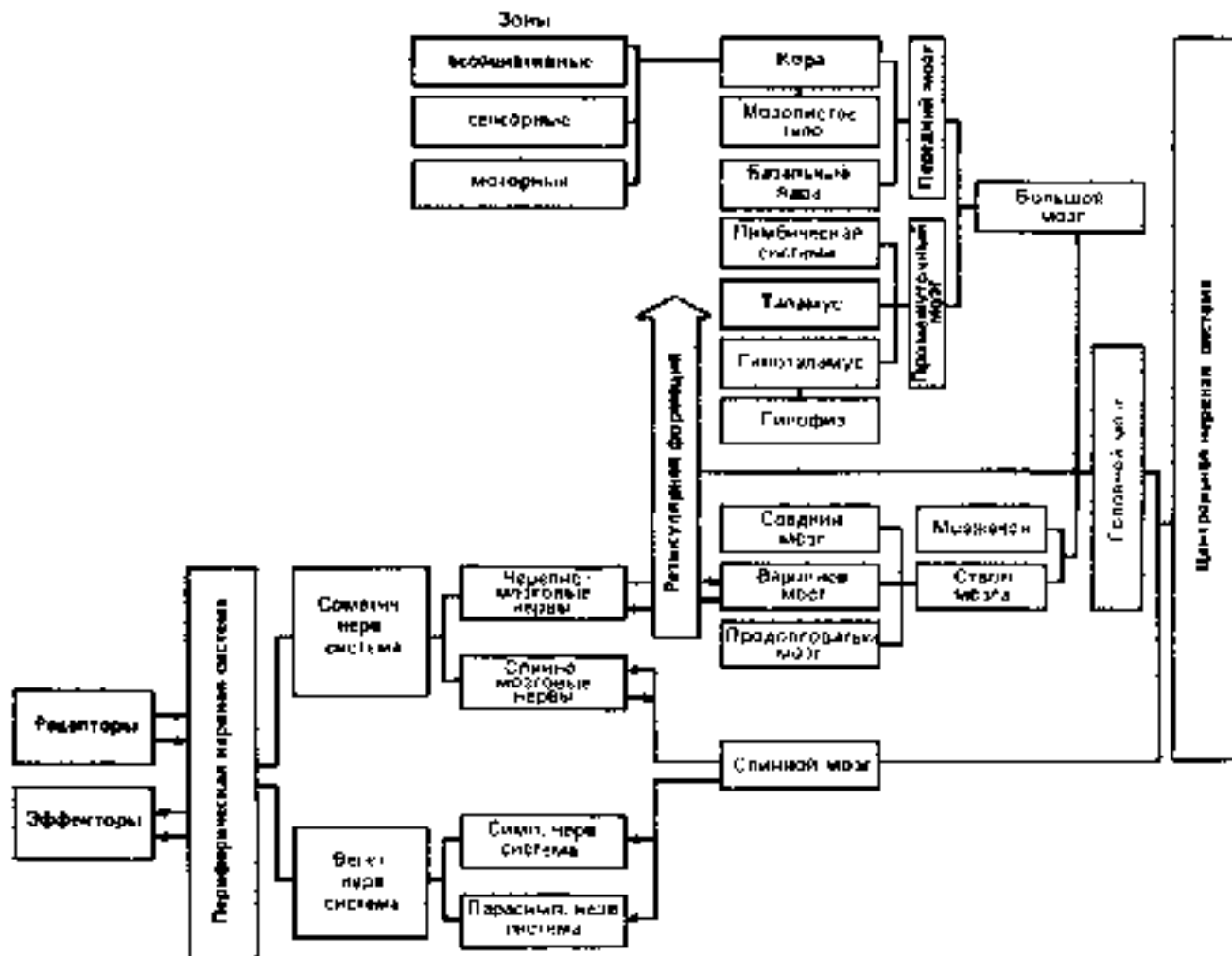


Рисунок 2 – Передача импульсов между различными отделами нервной системы человека.

## Тема 11. Психофизиологические особенности человека

### Вопросы

1. Теории возникновения эмоций.
2. Теории сознания человека.
3. Теории старения организма.

**Задание 1.** Изучите § 18 методического пособия. Охарактеризуйте и запишите в тетрадь основные теории возникновения эмоций у человека.

**Задание 2.** Изучите по § 18 методического пособия и запишите в тетрадь основные теории сознания человека.

**Задание 3.** Проблема старения организма. Основываясь на материале § 19, изучите теории старения организма, сущность инволюционных процессов. Отметьте меры профилактики раннего старения.

## Тема 12. Строение сенсорных систем человека

### Вопросы

1. Морфологические особенности анализаторов человека.
2. Функциональная характеристика сенсорных систем.

**Задание 1.** Изучите §17 пособия. Запишите в тетрадь общие принципы развития и строения сенсорных систем человека.

### Морфология и физиология органов сенсорной системы человека

Орган сенсорной системы	Строение	Функция

**Задание 2.** Рассмотрите по атласу строение и функции слухового, зрительного, вкусового анализаторов. Схематично зарисуйте их строение.

### Коллоквиум по анатомии и физиологии нервной системы

1. Общая характеристика нервной системы человека (строение нервной ткани, типы нейронов и нервов, отделы нервной системы, оболочки мозга).
2. Синапсы (классификация по типу взаимодействия и характеру проведения). Рефлекторная дуга. Классификация рефлексов.
3. Спинной мозг: строение и функции.
4. Головной мозг. Общая характеристика строения и функций отделов.
5. Большие полушария переднего мозга.
6. Строение среднего мозга.
7. Строение и функции промежуточного мозга.
8. Ствол мозга. Структуры и функции.
9. Топография желудочков головного мозга. Оболочки головного мозга.
10. Подкорковый отдел мозга. Структуры и функции.
11. Лимбическая система.
12. Кора больших полушарий. Строение, проводящие пути, важнейшие центры.
13. Варианты проявления асимметрии головного мозга человека.
14. Важнейшие центры речи и нарушения их работы.
15. Периферическая нервная система человека. Общая характеристика черепно-мозговых нервов. Их отличия от спинномозговых нервов (перечислить русские и латинские названия 12 пар черепно-мозговых нервов).
16. Морфофункциональная характеристика и анатомический состав вегетативной нервной системы.
17. Общая и функциональная характеристика симпатической части вегетативного отдела нервной системы. Шейный отдел симпатического ствола.
18. Поясничный и крестцовый отделы симпатического ствола.
19. Общая и функциональная характеристика парасимпатической части вегетативной нервной системы. Среднемозговой отдел парасимпатической нервной системы.



20. Продолговатая часть парасимпатического отдела нервной вегетативной системы.
21. Блуждающий нерв.
22. Крестцовый отдел вегетативной нервной системы.
23. Морфофункциональная характеристика и принцип строения органов чувств. Строение стенки глазного яблока.
24. Передняя и задняя камеры глаза. Светопреломляющие среды.
25. Строение защитных и вспомогательных органов глаза.
26. Проводящие пути и центры зрительного анализатора.
27. Строение наружного и среднего уха.
28. Строение костного и перепончатого лабиринта.
29. Проводящие пути акустического анализатора.
30. Проводящие пути и центры равновесного (вестибулярного) анализатора.
31. Морфо-физиологические основы тактильной чувствительности.
32. Вкусовой анализатор человека.
33. Обоняние: строение и функции сенсорной системы обоняния.
34. Экстеро- и интерорецепторы.

### Тема 13. Выездное занятие в дом-музей И.П. Павлова

#### Вопросы:

1. Научные работы И.П. Павлова.
2. Понятие о сигнальных системах.

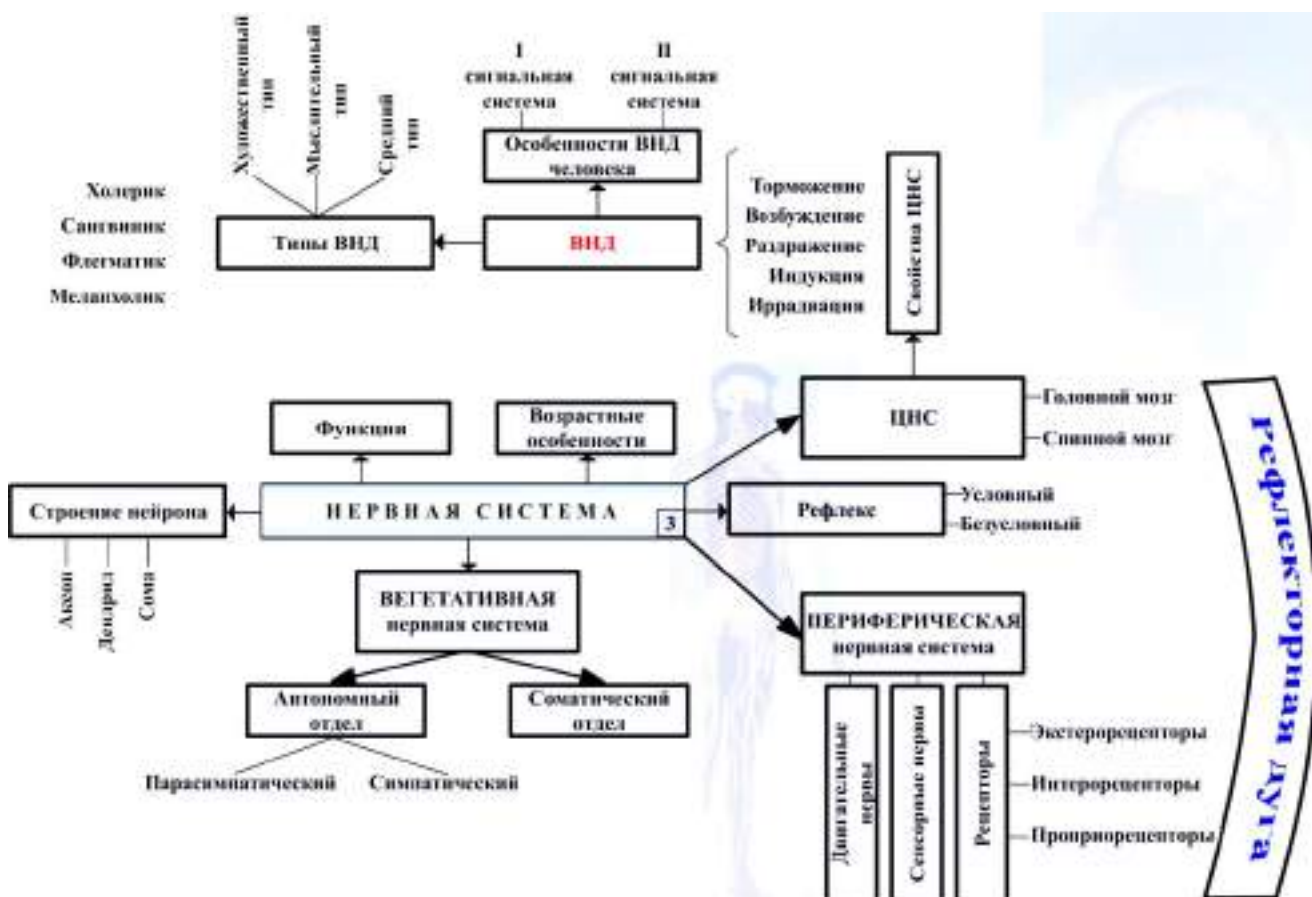


Рисунок 3 – Рефлекторная дуга. Типы высшей нервной деятельности.

**Задание 1.** Опишите в тетради основные работы И.П. Павлова в области физиологии сердечно-сосудистой системы.

**Задание 2.** Приведите работы И.П. Павлова в области физиологии пищеварения, опишите их основное содержание.

**Задание 3.** Понятие о 1 и 2 сигнальных системах. Типы высшей нервной деятельности (рисунок 3). Приведите примеры опытов И.П. Павлова по формированию условных рефлексов.

### **РАЗДЕЛ 3. РАЗМНОЖЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ЧЕЛОВЕКА**

#### **Тема 14. Анатомические и функциональные особенности женской и мужской половых систем**

##### **Вопросы**

1. Строение женской половой системы.
2. Строение мужской половой системы.
3. Оплодотворение у человека.
4. Онтогенез половой системы человека.

**Задание 1.** Используя § 20 методического пособия, таблицы атласа, изучите строение органов женской половой системы. Заполните таблицу:

##### **Органы женской половой системы**

Орган	Особенности строения, составляющие ткани	функции

**Задание 3.** Изучите таблицу § 20 «Строение и функции матки человека» и перенесите ее в тетрадь.

**Задание 2.** Используя § 20 методического пособия, таблицы атласа, изучите строение органов мужской половой системы. Заполните таблицу:

##### **Органы мужской половой системы**

Орган	Особенности строения, составляющие ткани	Функции

**Тема 15. Периодизация онтогенеза человека.  
Особенности развития при полиэмбрионии**

**Вопросы**

1. Эмбриогенез. Эмбриональный период. Близнецы.
2. Постэмбриональный период.

**Задание 1.** На основе материала лекции, пособия §20 опишите фазы, процессы оплодотворения у человека.

1. Дистантное взаимодействие
2. Контактное взаимодействие
3. Проникновение головки и шейки сперматозоида в ооплазму. Кортикальная реакция. Пронуклеусы. Синкарион

**Задание 2.** Докажите, что у эмбриона человека дробление полное, неравномерное, асинхронное. Причины появления близнецов.

**Задание 3.** Опишите особенности бластуляции у человека.

**Задание 4.** Опишите особенности гастрюляции у человека.

**Задание 5.** На основании §20 заполните таблицу «Эмбриональное развитие человека»

**Эмбриональное развитие человека**

Стадия эмбриогенеза	Особенности протекания	Значение

**Задание 6.** Периодизация постэмбрионального развития человека. На основании материала лекции заполните таблицу:

**Этапы постэмбрионального развития человека**

Этап	Возраст	Морфо-функциональные особенности человека	Значение

**Задание 7.** Охарактеризуйте теории старения человека.

**Задание 8.** Опишите предложенные учеными-геронтологами меры увеличения продолжительности жизни человека. Какие Ваши предложения?

**Тема 16. Критические периоды в онтогенезе человека.  
Преодоление проблемы бесплодия: методы получения и работы с эмбриональными объектами**

**Вопросы**

Критические периоды в онтогенезе человека.

Проблема бесплодия: причины возникновения и способы преодоления.

Методы получения и работы с эмбриональными объектами.

**Задание 1.** Составить таблицу «Критические периоды в онтогенезе человека», указав этапы онтогенеза и возможные проблемы.

**Задание 2.** Описать формы бесплодия человека, причины возникновения и способы преодоления.

**Задание 3.** Изучить методику экстракорпорального оплодотворения у человека: возможности и проблемы.

### Коллоквиум по разделу

1. Строение мужской половой системы.
2. Строение женской половой системы.
3. Зависимость организма человека от среды на разных этапах онтогенеза.
4. Механизмы эмбриональной смертности на разных фазах развития.
5. Тератогенез и его причины.
6. Критические периоды развития целого организма и отдельных органов.
7. Влияние химических и электромагнитных загрязнений природной среды на размножение и развитие животных и человека; методы его оценки.
8. Острые и хронические воздействия техногенных факторов на организм.
9. Отдаленные эффекты, проявляющиеся в процессах развития (мутагенные, тератогенные, гонадотоксические, эмбриотоксические).
10. Применение эмбриональных биотестов для определения качества природной и техногенной среды.
11. Принципы и перспективы эмбриологического мониторинга.

## РАЗДЕЛ 4. АНАТОМО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИИ ЧЕЛОВЕКА

### Тема 17. Органы иммунной системы человека

#### Вопросы

1. Строение, функции иммунной системы человека, ее центральные и периферические органы.
2. Иммунопоэз и иммунокомпетентные клетки.

**Задание 1.** Иммунная система организма человека. Зарисовать в дневник схему иммунной системы организма человека, обозначить органы, выделить центральные и периферические.

**Задание 2.** Заполнить таблицу «Органы иммунной системы»:

Орган иммунной системы	Значение (центральный или периферический)	Местоположение	Начало функционирования	Выполняемая функция
Красный костный мозг				
Тимус				
Миндалины				
Селезенка				
Лимфоузлы				

Лимфоидные бляшки кишеч- ника				
Кровь капилля- ров				
Лимфа				
Сумка Фабри- циуса				

**Задание 3.** Иммунопоезд. Зарисовать в альбом схему иммунопоезда.

**Задание 4.** Клетки иммунной системы. Заполнить таблицу:

Популяция кле- ток	Место образо- вания	Локализация зрелых клеток	Функция	Образ жизни
Фагоциты				
В- плазматические клетки				
В-клетки памяти				
Т- киллеры				
Т- хелперы				
Т-супрессоры				
Т-амплифайеры				
Нулевые клетки				
НК- клетки				
Эозинофилы				
Базофилы				

**Задание 5.** Деятельность иммунной системы. Сформулировать и записать в тет-  
радь ответы на вопросы:

1. Почему дети с недоразвитым тимусом погибают вскоре после рождения?
2. Почему старость называют естественным иммунодефицитом Т- системы?
3. Почему селезенку называют «кладбищем эритроцитов»?
4. Почему при поражении костного мозга в результате радиоактивного излучения нарушения происходят во всех популяциях лимфоидных клеток?

## **Тема 18. Особенности формирования иммунитета человека в онтогенезе**

### **Вопросы**

Формы иммунного ответа

Иммунный статус

**Задание 1.** Специфические формы иммунного ответа. Сформулировать и записать в тетрадь зависимость невосприимчивости (иммунитета) от взаимодействия фак-  
торов специфического и неспецифического иммунитета.

**Задание 2.** Иммунный статус организма. Заполнить таблицу «Классификация резистентности»

Вид иммунитета	Происхождение	Специфичность	Значение для организма
Наследственный			
Приобретенный			
Естественный активный			
Естественный пассивный			
Искусственный активный			
Искусственный пассивный			
Стерильный			
Нестерильный			
Местный			
Общий			
Гуморальный			
Клеточный			
Клеточно-гуморальный			

### Тема 19. Факторы профессионального стресса

#### Вопросы

1. Факторы стресса
2. Фазы и симптомы стресса
3. Виды стресса

**Задание 1.** Пользуясь схемой, опишите факторы стресса.



**Задание 2.** Опишите стадии стресса по рисунку:



**Задание 3.** Запишите виды профессиональных дистрессов, техники саморегуляции стрессового состояния.



*Информационный дистресс* возникает в условиях жесткого лимита времени и усугубляется в условиях высокой ответственности задания. Часто он сопровождается неопределенностью ситуации, недостоверной информацией и быстрой переменой информационных параметров.

*Эмоциональный дистресс* возникает при реальной или предполагаемой опасности (чувство вины за невыполненную работу, отношения с коллегами и др.). Нередко разрушаются глубинные установки и ценности работника, связанные с его профессией.

*Коммуникативный дистресс* связан с реальными проблемами делового общения. Он проявляется в повышенной конфликтности, в неспособности контролировать себя, в неумении тактично отказать в чем-либо, в незнании средств защиты от манипулятивного воздействия и т.п.

**Техники саморегуляции в условиях коммуникативного стресса:**

- наблюдать за самим собой;
- искать способы "остановки" самого себя (типа "взять перерыв", "сделать паузу в общении");
- перевести свою энергию в другую форму деятельности (отвлечься);
- заняться тем, что помогает снять напряжение.

## **Тема 20. Биологические основы профилактики профессиональных заболеваний**

### **Вопросы**

1. Понятие профессиональных заболеваний
2. Меры профилактики профессиональных заболеваний человека

**Профессиональные заболевания** – заболевания, возникающие в результате воздействия вредного производственного фактора.

К профессиональным заболеваниям относят заболевания, которые встречаются только в условиях профессиональной деятельности или они распространены в данной профессии чаще, чем в целом среди населения или в других рабочих группах.

В ряде стран существуют списки профессиональных заболеваний, за которые работник имеет право на получение компенсаций или пособий. За заболевания, не включенные в такой список, компенсации не предусмотрены. Поэтому для описания заболеваний профессионального происхождения, которые не включены в официальные списки, используется термин «профессионально обусловленные заболевания». В законодательстве многих стран существует презумпция того, что конкретное заболевание вызвано тем, что рабочий находится в рабочей среде, а задача работодателя или страховщика доказать, что болезнь возникла по другой причине.

В Российской Федерации постановка диагноза острого или хронического профессионального заболевания сопровождается выполнением ряда законодательно утвержденных процедур. Окончательный диагноз хронического профессионального заболевания устанавливается в Центре профпатологии.

В Российской Федерации наиболее распространены:

- заболевания от воздействия физических факторов: сенсоневральная тугоухость — от воздействия шума, вибрационная болезнь — от воздействия локальной и общей вибрации
- заболевания, связанные с физическими перегрузками и перенапряжением отдельных органов и систем: радикулопатии различной локализации, монополинейропатии, периартрозы, деформирующие остеоартрозы;



- заболевания, связанные с воздействием промышленных аэрозолей: пневмокониоз (силикоз), хронический пылевой бронхит, хронический обструктивный (астматический) бронхит.

К профессиональным заболеваниям не относятся производственные травмы.

**Производственная санитария** — это система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работающих вредных производственных факторов (согласно ГОСТ 12.0.002-80)<sup>[2]</sup>. Основными опасными и вредными производственными факторами являются: повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; повышенная или пониженная влажность и подвижность воздуха в рабочей зоне; повышенный уровень шума; повышенный уровень вибрации; повышенный уровень различных электромагнитных излучений; отсутствие или недостаток естественного света; недостаточная освещенность рабочей зоны и др.

### **Опасные и вредные производственные факторы**

- физические;
- химические;
- биологические;
- патогенные микроорганизмы, микроорганизмы-продуценты (в биотехнологиях, живые клетки и споры, содержащиеся в препаратах, грибы, простейшие, гельминты);
- психофизиологические (в соответствии с ГОСТ 12.0.003-74).

Границы производственной санитарии:

- оздоровление воздушной среды и нормализация параметров микроклимата в рабочей зоне;
- защита работающих от шума, вибрации, электромагнитных излучений и др.;
- обеспечение требуемых нормативов естественного и искусственного освещения;
- поддержание в соответствии с санитарными требованиями территории предприятия, основных производственных и вспомогательных помещений.

Объекты производственной санитарии:

### **Производственный микроклимат**

Один из основных факторов, влияющих на работоспособность и здоровье человека. Метеорологические факторы, сильно влияют на жизнедеятельность, самочувствие и здоровье человека. Неблагоприятное сочетание факторов приводит к нарушению терморегуляции.

Терморегуляция — это совокупность физиологических и химических процессов, направленных на поддержание постоянного температурного баланса тела человека в пределах 36-37 градусов.

Микроклимат характеризуется:

- температурой воздуха;
- относительной влажностью воздуха;
- скоростью движения воздуха;
- интенсивностью теплового излучения от нагретых поверхностей;

ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» устанавливает оптимальные и допустимые микроклиматические условия.

Специалисты NIOSH разработали рекомендации для сбережения здоровья людей, работающих в условиях нагревающего микроклимата.

### **Вредные вещества в воздухе рабочей зоны и их классификация**

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» повышенная запыленность и загазованность воздушной среды рабочей зоны относится к физически опасным и вредным производственным факторам.

Многие вещества, попадая в организм, приводят к острым и хроническим отравлениям. Способность вещества вызывать вредные действия на жизнедеятельность организма называют токсичностью.

По степени потенциальной опасности воздействия на организм человека вредные вещества, содержащиеся в воздухе рабочей зоны, разделены на 4 группы:

- I класс – чрезвычайно опасные (озон и др.);
- II класс – высокоопасные (сероводород и др.);
- III класс – умеренно опасные (камфора и др.);
- IV класс – малоопасные (аммиак).

Основным критерием качества воздуха является предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны (ПДКрз). Фактическая концентрация вредных веществ не должна превышать значений, изложенных в ГОСТ 12.1.007-76.

Для защиты от вредного воздействия воздушных загрязнений (при превышении ПДКрз) работодатель обязан использовать самый последний, и самый ненадежный метод – применение средств индивидуальной защиты органов дыхания, кожи, глаз. Однако в РФ и странах СССР исторически сложились традиции (и опубликованы рекомендации), которые могут привести к выбору и применению заведомо недостаточно эффективных респираторов.

### **Кондиционирование**

Кондиционированием в закрытых помещениях и сооружениях можно поддерживать необходимую температуру, влажность и ионный состав, наличие запахов воздушной среды, а также скорость движения воздуха. Система кондиционирования включает в себя комплекс технических средств, осуществляющих требуемую обработку воздуха, транспортирование его и распределение в обслуживаемых помещениях, устройствах для глушения шума, вызываемого работой оборудования.

### **Отопление**

Отопление предусматривает поддержание во всех производственных зданиях и сооружениях температуры, соответствующей установленным нормам. Система отопления должна компенсировать потери тепла через строительные ограждения, а также нагрев проникающего в помещении холодного воздуха.

## Самостоятельная работа

### Биологические ритмы человека

*Адаптация человека к особым и неблагоприятным факторам среды: высокогорью, подводным условиям, жаркому, холодному климату*

**Терморегуляция. Температурный гомеостаз.**

На основе материала пособия составьте наиболее приемлемый распорядок дня студента. Не забудьте про биоритмичность, чередование умственной и физической работы, правила личной гигиены и рационального питания.

## Коллоквиум по разделу

### Иммунитет

#### Умения:

**Выделять существенные признаки иммунитета. Объяснять причины нарушения иммунитета**

#### Базовый уровень

1.Задание: Отметьте правильный ответ

Антитела выделяют:

**лимфоциты**

эпителиальные клетки

эритроциты

тромбоциты

2.Задание: Отметьте правильный ответ

2 вида иммунитета:

**естественный и искусственный**

естественный и врожденный

искусственный и приобретенный

искусственный и врожденный

3.Задание: Отметьте правильный ответ

Иммунитет, передающийся детям от родителей по наследству:

**естественный**

искусственный

активный

пассивный

4.Задание: Отметьте правильный ответ

Искусственный иммунитет делится на:

**активный и пассивный**

врожденный и активный

врожденный и пассивный

активный и поствакцинальный

5.Задание: Отметьте правильный ответ

Первую прививку от оспы сделал:

**Э. Дженнер**

И. И. Мечников

Л. Пастер

И. П. Павлов

6.Задание: Отметьте правильный ответ  
Антитела представляют собой белки:

**иммуноглобулины**

агглютиногены

гемоглобины

фибриногены

7.Задание: Отметьте правильный ответ

Естественный иммунитет может быть:

**врожденный и приобретенный**

активный и пассивный

врожденный и активный

приобретенный и пассивный

**Повышенный уровень**

1.Задание: Отметьте правильный ответ

Ряд, в котором представлены основные причины снижения иммунитета:

**интоксикация алкоголем, стресс, недосыпание**

плохая экология, недосыпания, занятия спортом

избыточный солнечный свет, ежедневные прогулки, стресс

неправильное питание, закаливание, интоксикация алкоголем

2.Задание: Отметьте правильный ответ

Ряд, который содержит пример формирования искусственного иммунитета:

**сыворотка, вакцинация, прививка**

сыворотка, генная инженерия, вакцинация

вакцинация, анабиоз, сыворотка

анабиоз, симбиоз, вакцинация

3.Задание: Отметьте правильный ответ

Ряд, который содержит пример формирования естественного иммунитета:

**перенесение заболевания оспы, наследственность, вскармливание молоком**

сыворотка, вакцинация, прививка

сыворотка, генная инженерия, вакцинация

вакцинация, наследственность, вскармливание молоком

4.Задание: Отметьте правильный ответ

Ряд, в котором представлена схема естественного иммунитета:

**иммунитет: врожденный и приобретенный**

иммунитет: естественный и приобретенный

иммунитет: врожденный и наследственный

иммунитет: врожденный и генетический

5.Задание: Отметьте правильный ответ

Ряд, в котором представлена схема искусственного иммунитета:

**иммунитет: вакцинация и сыворотка**

иммунитет: врожденный и приобретенный

иммунитет: вакцинация и приобретенный

иммунитет: врожденный и наследственный

6.Задание: Отметьте правильный ответ

Ряд, в котором представлена схема иммунитета:

**иммунитет: естественный (врожденный и приобретенный) искусственный (сыворотка и вакцинация)**

иммунитет: врожденный (вакцина и сыворотка) и приобретенный

иммунитет: вакцинация (искусственная и приобретенная) и сыворотка (искусственная и натуральная)

иммунитет: врожденный и наследственный (сыворотка и вакцинация)

Существует ли полезный стресс?

Каковы физиологические последствия стресса?

Может ли стресс вызывать заболевание?

Можно ли считать больным человека, испытывающего стресс?

Кто более подвержен стрессу: мужчины или женщины?

Зависит ли стресс от возраста?

Какая деятельность способствует возникновению стресса?

Как распознать стресс? Как избежать стресса?

Помогают ли спорт и музыка бороться со стрессом? Чем это объясняется?

Какие факторы способствуют возникновению профессиональных заболеваний?

Назовите меры защиты от факторов, способных вызвать профессиональные заболевания?

Раскройте понятие производственной санитарии.

## **Раздел 5. СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА**

### **Тема 21. Здоровье человека**

#### **Вопросы**

1. Понятие и классификация здоровья человека.
2. Здоровый образ жизни.
3. Рациональное питание.
4. Влияние окружающей среды, наследственности, биоритмов на здоровье человека.
5. Вредное влияние и физиологическое действие наркотиков.

**Задание 1.** Изучите §20 пособия и охарактеризуйте критерии здоровья человека.

**Задание 2.** Сущность здорового образа жизни.

**Задание 3.** Охарактеризуйте вредное влияние алкоголя и курения на организм человека.

**Задание 4.** Изучите §21 пособия. Обоснуйте физиологическое действие и вредное влияние наркотиков на организм человека.

#### ***Самостоятельная работа***

1. Профилактика перегрузок и заболеваний нервной системы. Гигиена труда и отдыха

2. Потребности человека в оптимальных условиях климата, пищевым и водным, социальным факторам.

**Задание:** сделать в тетради конспект по указанным вопросам.

## Тема 22. Физиологические методы анализа и оценки состояния здоровья человека, правовые нормы исследовательских работ

### Оценка физического состояния

Поскольку физическое состояние определяется морфологическими и функциональными показателями, отражающими состояние основных систем жизнеобеспечения организма, то обращение к нему в практике оценки физического здоровья человека вполне оправданно.

**Цель занятия.** Овладеть методикой оценки физического состояния.

**Оснащение.** Секундомер, весы, ростометр, тонометр для определения уровня артериального давления.

**Порядок работы.** Измеряются частота пульса, масса тела, рост и уровень артериального давления. Частота пульса определяется в состоянии покоя с помощью секундомера по числу пульсаций лучевой или сонной артерии за 10 с с дальнейшим перерасчетом за 1 мин. Измерение артериального давления производится в положении сидя, при этом манжета тонометра накладывается на плечо и в ней создается давление выше предполагаемого систолического (до 140 мм рт. ст. и более). Постепенно давление в манжете снижается, и с помощью фонендоскопа чуть ниже места сжатия плечевой артерии прослушиваются звуки («тоны Короткова»). Первый тон характеризует систолическое давление, а исчезновение тона — диастолическое.

**Обработка результатов.** Для оценки уровня физического состояния (УФС) используется формула:

$$\text{УФС} = \frac{(700 - 3 \times \text{ЧСС} - 2,5 \times \text{АД}_{\text{ср}} - 2,7 \times \text{В} + 0,28 \times m)}{(350 - 2,6 \times \text{В} + 0,21 \times h)},$$

где ЧСС — частота сердечных сокращений (уд/мин) в состоянии покоя; АД<sub>кр</sub> — среднее артериальное давление (определяется как сумма диастолического давления и  $\frac{1}{3}$  разности между систолическим и диастолическим давлением); В — возраст (годы) на момент обследования;  $m$  — масса тела (кг),  $h$  — рост (см). Полученная величина оценивается в соответствии с данными, приведенными в таблице.

### Характеристика уровня физического состояния

Уровень физического состояния	Мужчины	Женщины
Низкий	0,225-0,375	0,157-0,260
Ниже среднего	0,376-0,525	0,261-0,365
Средний	0,526-0,675	0,366-0,475
Выше среднего	0,676-0,825	0,476-0,575
Высокий	0,826 и выше	0,576 и выше

## **Оценка физической работоспособности с помощью 6-моментной функциональной пробы**

**Вводные замечания.** Теоретическим обоснованием данной пробы является закон экономизации функций по мере повышения уровня тренированности, а также прямая зависимость между интенсивностью физической нагрузки и частотой сердечных сокращений. И характеристики физического развития, и определение физических состояния и работоспособности, безусловно, несут косвенную информацию о состоянии здоровья. Однако следует помнить, что рекомендуемые тесты позволяют увидеть границы приспособительных реакций, диапазон которых и характеризует состояние здоровья. Поэтому более адекватными могут быть методики балльной и процентной оценки последнего, учитывающие в комплексе как морфологические, так и функциональные показатели и результаты нагрузочных тестов.

**Цель занятия.** Овладеть методикой оценки физической работоспособности с помощью 6-моментной функциональной пробы.

**Оснащение.** Секундомер.

**Порядок работы.** Методически эта проба выполняется, следующим образом:

1. Подсчитывается частота сердечных сокращений в состоянии покоя (в положении лежа) за минуту.
2. Испытуемый встает, и у него подсчитывают частоту сердечных сокращений за вторую минуту пребывания в вертикальном положении.
3. Разность между величинами ударов пульса в состоянии стоя и лежа умножают на 10.
4. Испытуемый делает 20 глубоких приседаний в течение 40 с (во время приседания руки энергично вытягиваются вперед, при вставании — опускаются). Подсчитывается ЧСС за первую минуту восстановления.
5. Подсчитывается ЧСС за вторую минуту восстановления.
6. Подсчитывается ЧСС за третью минуту восстановления.

Итоговая оценка получается благодаря суммированию результатов всех 6 описанных выше пунктов. При сумме, равной 500 и более, уровень физической работоспособности оценивается как низкий; при 450-500 — ниже среднего; при 400-450 — средний; при 350-400 — выше среднего; при сумме, меньшей 350, — высокий.

### **Определение адаптационного потенциала**

**Вводные замечания.** По определению И.И. Брехмана, здоровье представляет собой способность человека сохранять соответствующую возрасту устойчивость в условиях резких изменений триединого потока сенсорной, вербальной и структурной информации. Иными словами, здоровье можно рассматривать как степень выраженности адаптационных (приспособительных) реакций, обусловленных развитием функциональных резервов организма. Р.М. Баевским предложена методика оценки так называемого адаптационного потенциала (АП), отражающего возможности организма к адаптации. Если и результате адаптации организм исчерпал свои резервные возможности, то адаптационный механизм нарушается и появляются устойчивые патологические изменения.

**Цель занятия.** Овладеть методикой оценки адаптационного потенциала, отражающего физическое здоровье человека.

**Оснащение.** Секундомер, тонометр для определения уровня артериального давления.

Порядок работы. Для оценки адаптационного потенциала измеряются уровень артериального давления и частота сердечных сокращений. По формуле определяется численное значение показателя:

$$AP = 0,011 \times ЧСС + 0,014 \times АД_{\text{сист}} + 0,008 \times АД_{\text{диаст}} + 0,014 \times B + 0,009 \times m - 0,009 \times h - 0,27,$$

где ЧСС — частота сердечных сокращений (уд/мин; АД<sub>сист</sub> и АД<sub>диаст</sub> — систолическое и диастолическое артериальное давление соответственно, B — возраст (годы), *m* — масса тела (кг), *h* — рост (см).

Полученные результаты интерпретируются согласно данным, приведенным в таблице

#### **Характеристика значения адаптационного потенциала**

Адаптационный потенциал (баллы)	Характер адаптации	Характеристика уровня функционального состояния
Менее 2,1	Удовлетворительная адаптация	Высокие или достаточные функциональные возможности организма
2,11-3,2	Напряжение механизмов адаптации	Достаточные функциональные возможности обеспечиваются за счет функциональных резервов
3,21-4,3	Неудовлетворительная адаптация	Снижение функциональных возможностей организма
Больше 4,3	Срыв адаптации	Резкое снижение функциональных возможностей организма

#### **Интегральная оценка уровня физического здоровья**

**Вводные замечания.** Интегральная количественная оценка физического здоровья может осуществляться при регистрации ряда физиологических, антропометрических показателей и показателей физической подготовленности с последующим приведением их к обобщенной балльной оценке. По этому принципу Г. Л. Апанасенко разработан метод оценки физического здоровья, в основу которого положена характеристика энергопотенциала индивида, полученная из некоторых первичных данных.

**Цель занятия.** Овладеть методикой оценки уровня физического здоровья.

**Оснащение.** Спирометр, динамометр, тонометр для определения уровня артериального давления и секундомер.



**Порядок работы.** Для оценки уровня физического здоровья учитываются численные значения роста, массы тела, жизненной емкости легких (ЖЕЛ), пульса в состоянии покоя (ЧСС), силы кисти, уровня систолического давления (АД) и время восстановления пульса после функциональной пробы (20 приседаний за 30 с). При этом оценка уровня здоровья осуществляется по следующей градации: низкий; ниже среднего; средний; выше среднего; высокий.

В этом случае нужно ориентироваться на так называемую шкалу здоровья.

#### **Шкала оценки физического здоровья для мужчин**

Показатели	Низкий	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий
Масса тела/рост, г/см	>501 (-2)	451-500 (-1)	<450 (0)	- (-)	- (-)
ЖЕЛ/масса тела, мл/кг	<50 (-1)	51-55 (0)	56-60 (1)	61-65 (2)	>66 (3)
Сила кисти/масса тела, %	<60 (-1)	61-65 (0)	66-70 (1)	71-80 (2)	>80 (3)
ЧСС × АД <sub>сис</sub> /100. отн. ед.	>111 (-2)	95-110 (-1)	85-94 (0)	70-84 (3)	<69 (5)
Время восстановления ЧСС, мин	>3 (-2)	2-3 (1)	1,5-2,0 (3)	1,0-1,5 (5)	<1 (7)
Общая оценка, баллы	<3	4-6	7-11	12-15	16-18

#### **Шкала оценки физического здоровья женщин**

Показатели	Низкий	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий
Масса тела/рост, г/см	451 (-2)	351-450 (-1)	<350 (0)	- (-)	- (-)
ЖЕЛ/масса тела, мл/кг	<40 (-1)	41-45 (0)	46-50 (1)	51-56 (2)	>56 (3)
Сила кисти/масса тела, %	<40 (-1)	41-50 (0)	51-55 (1)	56-60 (2)	>61 (3)
ЧСС × АД <sup>с</sup> /100, отн. ед.	>111 (-2)	95-110 (-1)	85-94 (0)	70-84 (3)	<69 (5)
Время восстановления ЧСС, мин	>3 (-2)	2-3 (1)	1,5-2,0 (3)	1,0-1,5 (5)	<1 (7)

## **Самооценка физического, психического и социального здоровья**

**Вводные замечания.** Один из основных вопросов психологии здоровья — определение критериев оценки и самооценки физического, психического и социального здоровья. В соответствии с принципом иерархичности человек представляет собой сложную живую систему, жизнедеятельность которой обеспечивается взаимосвязанными уровнями функционирования. Можно выделить три уровня рассмотрения здоровья человека — биологический, психологический и социальный, каждый из которых обладает своей спецификой.

На биологическом уровне сущность здоровья рассматривается как динамическое равновесие работы всех внутренних органов и их адекватное реагирование на влияние окружающей среды. Различные виды серьезных органических нарушений приводят к изменениям в психике, личностном статусе и социальном поведении человека. Чем тяжелее заболевание организма, тем сильнее оно влияет на состояние психического и социального здоровья. Самооценка физического здоровья выявляет меру благополучия в функционировании организма.

Психологический уровень рассмотрения здоровья связан с личностным контекстом, в рамках которого человек предстает как психическое целое. Среди критериев психического здоровья особо значимы такие, как интегрированность личности, ее гармоничность, уравновешенность, духовность, ориентация на саморазвитие.

Переход от психологического к социальному уровню весьма условен. Однако во втором случае человек воспринимается как существо общественное, и здесь наиболее важными представляются вопросы влияния социума на здоровье личности, а также выполнение челове-ком своих социальных функций. Социальное здоровье определяется количеством и качеством межличностных связей индивида и степенью его участия в жизни общества. Нарушения в сфере социального здоровья могут быть обусловлены доминированием определенных личностных свойств (конфликтностью, эгоцентризмом и т. д.).

Достаточно интересны работы, направленные на создание экспресс-диагностических методик оценки здоровья. Их преимущество связано с ускоренной диагностикой, основанной на нормативном подходе к оценке здоровья. Вместе с тем представляется невозможным свести к какому-то одному, универсальному, критерию оценку как психического, так и социального здоровья.

В укреплении и сохранении своего здоровья определяющую роль играет сам человек. С этим связано и его умение оценивать состояние своего здоровья. В то же время эффективность самооценки здоровья непосредственно зависит от знания себя.

Для самооценки каждого из уровней рассмотрения здоровья можно использовать специальные методики.

**Цель занятия.** Ознакомление с методиками самооценки физического, психического и социального здоровья.

### **Самооценка физического здоровья**

**Методика.** Самооценка состояния физического здоровья проводится по методике, разработанной С. Степановым

**Порядок работы.** Испытуемому предлагается оценить свое физическое здоровье по ряду наиболее важных показателей.

**Обработка и интерпретация результатов.** Подсчитывается общая сумма баллов по всем показателям. Полученным результатам соответствуют следующие рекомендации:

- **Не более 20 баллов:** целесообразно обратиться к врачу, чтобы проверить свое здоровье, а также попытаться сбросить лишний вес, пересмотреть свои привычки, начать заниматься физическими упражнениями.
- **21-60 баллов:** следует уделить серьезное внимание борьбе с имеющимися у вас факторами риска (лишним весом, курением, малой физической активностью).
- **61-100 баллов:** результат неплохой, не снижайте интенсивности, развивая выносливость.
- **Свыше 100 баллов:** ваше здоровье отличное, у вас хорошие резервы выносливости и сопротивляемости болезням. Продолжайте в том же духе.

### **Методика «физическое здоровье» (экспресс-анализ)**

*Инструкция.* Попробуйте самостоятельно, без помощи врача, поставить себе хотя бы приблизительный диагноз, оценить свое физическое состояние по ряду важных показателей.

1. **Возраст.** Каждый год дает один балл. Если вам 40 лет, вы получаете 40 баллов.
2. **Вес.** Нормальный вес условно равен росту в сантиметрах минус 100. За каждый килограмм ниже нормы добавляется 5 баллов, за каждый килограмм выше нормы вычитается 5 баллов. Допустим, что при росте 176 см вы весите 85 кг, тогда по второму показателю вы имеете минус 45 баллов.
3. **Курение.** Некурящий получает плюс 30 баллов. За каждую выкуренную сигарету вычитается 1 балл. Если вы выкуриваете в день 20 сигарет, то ваш третий показатель составляет минус 20 баллов.
4. **Выносливость.** Если вы ежедневно в течение не менее 12 мин выполняете упражнения на развитие выносливости (бегаете в равномерном темпе, плаваете, гребете, катаетесь на лыжах или на велосипеде, т. е. делаете упражнения, которые наиболее эффективно укрепляют сердечно-сосудистую систему), вы получаете 30 баллов. Упражняясь 4 раза в неделю, вы набираете 25 баллов, 4 раза — 20, 2 раза — 10 и один раз — 5 баллов. За другие упражнения (комплекс утренней гимнастики, прогулка, различные игры] в этом тесте баллы вам не начисляются. Если же вы вообще не занимаетесь физкультурой, то из общей суммы вычитается 10 баллов. Если к тому же вы ведете малоподвижный об<sup>ж</sup> раз жизни, то теряете еще 20 баллов.
5. **Пульс в состоянии покоя.** Если число сердечных сокращений в состоянии покоя у вас меньше 90 уд./мин, то за каждый удар пульса из этой разницы вы получаете один балл. Например, при частоте пульса 72 уд./мин — 18 баллов.
6. **Восстановление частоты пульса после нагрузки.** После 2-минутного бега (можно на месте) отдохните 4 мин лежа. При частоте пульса, превышающей исходную цифру всего на 10 ударов, вы получаете 30 баллов, на 15 ударов — 15 баллов, а на 20 ударов и более баллы не насчитываются.

## Задание 2.

Есть довольно простой способ самоконтроля «с помощью дыхания» — **так называемая проба Штанге** (по имени русского врача, предложившего этот способ в 1913 г.). Сделать вдох, затем глубокий выдох и снова вдох, задержать дыхание, зажав нос большим и указательным пальцами. По секундомеру (или секундной стрелке часов) фиксируется время задержки дыхания. По мере тренированности время задержки увеличивается. При переутомлении, перетренированности — возможность задержать дыхание резко снижается.

Можно задержать дыхание и на выдохе. Это **проба Генча** (по имени венгерского врача, предложившего этот способ в 1926 г.): вдох, выдох, дыхание задержать. Хорошо тренированные лица могут задержать дыхание на 60—90 с. При переутомлении этот показатель резко уменьшается.

**Ортостатическая проба.** Служит для характеристики функциональной полноценности рефлекторных механизмов регуляции гемодинамики и оценки возбудимости центров симпатической иннервации. У обследуемого после 5-минутного пребывания в положении лежа регистрируют частоту сердечных сокращений. Затем по команде обследуемый спокойно (без рывков) занимает положение стоя. Пульс подсчитывается на 1-й и 3-й минуте пребывания в вертикальном положении, кровяное давление определяется на 3-й и 5-й минуте. Оценка пробы может осуществляться только по пульсу или по пульсу и артериальному давлению.

Оценка ортостатической пробы			
Показатели	Переносимость пробы		
	хорошая	удовлетворительная	неудовлетворительная
Частота сердечных сокращений	Учащение не более чем на 11 уд.	Учащение на 12-18 уд.	Учащение на 19 уд. и более
Систолическое давление	Повышается	Не меняется	Снижается в пределах 5—10 мм рт. ст.
Диастолическое давление	Повышается	Не изменяется или не-сколько повышается	Повышается
Пульсовое да-вление	Повышается	Не изменяется	Снижается
Вегетативные ре-акции	Отсутствуют	Потливость	Потливость, шум в ушах

**Ортостатическая проба** проводится следующим образом. Студент лежит на кушетке 5 мин, подсчитывает пульс. Затем он встает, и вновь подсчитывается пульс. В норме при переходе из положения лежа в положение стоя отмечается учащение пульса на 10-12 уд/мин. До 20 уд/мин удовлетворительная реакция, более 20 уд/мин — неудовлетворительная, что указывает на недостаточную нервную регуляцию сердечно-сосудистой системы.

**Клиностатическая проба** — переход из положения стоя в положение лежа. В норме отмечается замедление пульса, не превышающее 6-10 уд/мин. Более резкое

замедление пульса указывает на повышенный тонус парасимпатической нервной системы.

**Индекс Кердо** — показатель, использующийся для оценки деятельности вегетативной нервной системы. Индекс вычисляется по формуле:

$$Index = 100 * (1 - DAD/Pulse), \text{ где:}$$

- DAD — диастолическое артериальное давление (мм рт. ст.);
- Pulse — частота пульса (уд. в мин.).

Если значение этого индекса больше нуля, то говорят о преобладании возбуждающих влияний в деятельности вегетативной нервной системы, если меньше нуля, то о преобладании тормозных, если равен нулю, то это говорит о функциональном равновесии.

Нормативы по Чекаловой Н.Г. (НижГМА, 2010)

Показатели	Центильные интервалы для юношей (ю) и девушек (д) 18 лет															
	1		2		3		4		5		6		7		8	
	Центили															
	5 очень низкое		10 низкое		25 ниже среднего		50 среднее		75 выше среднего		90 высокое		95 очень вы- сокое			
ю		д		ю		д		ю		д		ю		д		
Проба Штанге (сек)	32	25	36	30	45	36	56	43	69	50	89	59	116	71		
Проба Генчи (сек)	14	13	19	16	24	20	28	25	34	32	41	35	53	47		
Ортостатическая проба, ЧСС (Δ за мин)	4,5	5,7	6,2	7,4	8,5	10,1	14,4	14,3	16,5	23,6	22,7	25,9	31,9	36,7		
Клиноортостатическая проба, ЧСС (Δ за мин)	2	0	6	5	10	8	12	13	15	15	19	19	25	27		
САД (мм рт.ст.)	90	92	96	95	102	102	115	113	122	124	127	126	140	133		
ДАД (мм рт.ст.)	57	60	60	63	66	65	69	71	81	77	87	83	89	87		
ЧСС (уд. в мин)	57	61	61	65	69	74	75	75	76	86	78	91	92	102		

## Тема 23. Глобальные проблемы человечества

### Вопросы

1. Приоритетные глобальные цели человечества.
2. Глобальные проблемы человечества.
3. Преодоление проблем.

**Задание 1.** На основании лекции дайте оценку целям развития человечества. Какие перспективы и пути достижения? Какова роль биологического образования в видении целей и их достижений? Роль биологов и экологов в этом процессе.

**Задание 2.** С помощью материала лекции заполните таблицу

**Глобальные проблемы человечества**

Глобальная проблема	Характеристика	Причина возникновения	Возможность ее решения

**Тема 24. Человек и окружающая среда: использование статистических показателей здравоохранения и социологии для оценки состояния природной среды**

**Вопросы**

1. Оптимальные факторы окружающей среды для человека.
2. Человек в экстремальных условиях среды. Адаптация и выживание.
3. Влияние человека на окружающую среду.
4. Связь показателей здоровья с загрязненностью окружающей среды.

**Задание 1.** Дайте комплексную оценку характеристику оптимальным условиям окружающей среды для человека по показателям температуры, воды, воздуха, почвы, питанию, давлению, инсоляции.

**Задание 2.** На основании материала пособия заполните таблицу:

**Человек в экстремальных условиях среды**

Показатель среды	Оптимальный уровень	Предельные уровни	Изменения в организме

**Задание 3.** Приведите примеры отрицательного влияния человека на окружающую среду.

**Задание 4.** Используя материал лекции, заполните таблицу

**Связь показателей здоровья с загрязненностью окружающей среды**

Показатель загрязненности среды	Характеристики	Форма и продолжительность воздействия	Изменения в организме

**Вопросы для самостоятельной работы:**

Характеристика антропических факторов, их мониторинг.

Современные методы исследования в экологии человека.

**Задание:** сделать в тетради конспект по вопросам.

**Коллоквиум по разделу**

Для подготовки к коллоквиуму используйте вопросы к темам 21-24.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев С.В. Основы возрастной и конституциональной антропологии.- М.: Изд-во РОУ, 1996.
  2. Перевозчиков И.В. Антропология. М.: Изд-во МГУ, 1996.
  3. Харрисон Дж. и др. Биология человека / Пер. с англ. Е.З. Годиной и др.- М.: Мир, 1979.
  4. Хрисанфова Е.Н. Конституция и биохимическая индивидуальность человека. М.: Изд-во МГУ, 1990.
  5. Анатомия человека: Учебник для медицинских институтов / Под ред. М.Р. Сапина. М.: Медицина, 1985.
  6. Липченко В.Л., Самусев Р.П. Атлас нормальной анатомии человека. М.: Медицина, 1983.
  7. Морфология человека / Под ред. Б.А. Никитюка, В.П. Чтецова. М.: ИздвоМГУ, 1990.
  8. Сапин М.Р., Билич Г.Л. Анатомия человека: Учебник для студентов биологических специальностей высших учебных заведений. М.: Высшая школа, 2000.
  9. Синельников Р.Д. Атлас анатомии человека: Учеб.: в 3 т. М.: Медицина, 1981.
  10. Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология. Ростов-на/Д.: Феникс. 2001. – 576 с.
  11. Трушкина Л.Ю., Трушкин А.Г., Демьянова Л.М. Гигиена и экология человека. Ростов н/Д.: Феникс, 2003. – 448 с.
  12. Физиология человека. В 3-х томах. Т.3. Пер с англ. / Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. – М.: Мир, 1996. – 198 с.
- Монаенкова А.М. Профессиональные болезни // Большая медицинская энциклопедия : в 30 т. / гл. ред. Б.В. Петровский. — 3 изд. — Москва : Советская энциклопедия, 1983. — Т. 21. Преднизон - Растворимость. — С. 243-245. — 560 с.
- Профессиональные болезни / председ. Ю.С. Осипов и др., отв. ред. С.Л. Кравец. — Большая Российская Энциклопедия (в 35 т.). — Москва: Научное издательство «Большая российская энциклопедия», 2014. — Т. 27. Полупроводники - Пустыня. — С. 647-648. — 766 с. — 22 000 экз. — ISBN 978-5-85270-364-4.
- Постановление Правительства РФ от 15.12.2000 N 967 (ред. от 24.12.2014) "Об утверждении Положения о расследовании и учете профессиональных заболеваний"
- Государственный доклад «О состоянии санитарно -эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году»[http://www.rosпотребнадзор.ru/upload/iblock/c51/gd\\_2017\\_seb.pdf](http://www.rosпотребнадзор.ru/upload/iblock/c51/gd_2017_seb.pdf)
- Раздорожный А. А. Охрана труда и производственная безопасность: Учебно-методическое пособие — М.: «Экзамен», 2005. — 512 с.

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА  
(ФГБОУ ВО РГАТУ)**

**ФАКУЛЬТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОТЕХНОЛОГИИ**

**КАФЕДРА ЗООТЕХНИИ И БИОЛОГИИ**

## **ОСНОВЫ БИОЭТИКИ**

Учебно-методическое пособие  
для изучения курса, практических и самостоятельных работ  
для обучающихся факультета ветеринарной медицины и биотехнологии  
по направлению подготовки 06.03.01 Биология



Рязань, 2019



УДК 608.1

У 48

Учебно-методическое пособие выполнено с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 07 августа 2014., приказ № 944.

Учебно-методическое пособие разработано кандидатом биологических наук, доцентом Г. В. Уливановой и предназначено для выполнения практических и самостоятельных работ по дисциплине «Основы биоэтики» для обучающихся по направлению подготовки 06.03.01 «Биология» квалификация (степень) «бакалавр».

Рецензенты: кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры зоотехнии и биологии О. А. Федосова, кандидат биологических наук, доцент кафедры ВСЭ, хирургии, акушерства и ВБЖ Киселева Е. В.

Учебно-методическое пособие рассмотрено на заседании кафедры зоотехнии и биологии, протокол № 1 от 30 августа 2019 г.

Заведующий кафедрой зоотехнии и биологии



И. Ю. Быстрова

Учебно-методическое пособие одобрено учебно-методической комиссией по направлению подготовки «Биология», протокол № 1 от 30 августа 2019 г.

Председатель учебно-методической комиссии  
по направлению подготовки «Биология»



О. А. Федосова

## СОДЕРЖАНИЕ

	с.
ВВЕДЕНИЕ	4
1. ЛЕКЦИОННЫЙ КУРС	6
1.1. Биоэтика как самостоятельная область знаний, принципы биоэтики в деятельности эколога.	6
1.2. Исторические и философские основы биоэтики, возникновение социальных проблем.	10
1.3. Этическо-социальные проблемы медицинской биоэтики	15
1.4. Наука и биоэтика, социальные проблемы в науке	21
1.5. Принципы и требования этичного отношения к животным, социальные проблемы экологии и охраны природы	29
1.6. Воспитание, образование и проблемы биоэтики.	34
1.7. Общественное движение в защиту животных. Этические комитеты и общества по охране природы	37
2. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	43
2.1. Биоэтика как самостоятельная область знаний, принципы биоэтики в деятельности эколога	43
2.2. Русские философские концепции биоэтики, этическо-социальные проблемы в философских концепциях, дискуссии о биоэтики	47
2.3. Медицинская биоэтика: этические проблемы, дискуссии, решение медико-социальных проблем	48
2.4. Наука и биоэтика этические проблемы, дискуссии, этические кризисы в науке	54
2.5. Проблемы экологии и биоэтика	54
2.6. Воспитание, образование и проблемы биоэтики, решение проблемы экологизации человеческого общества	64
3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА	67
3.1. Теоретические вопросы для самостоятельного изучения по курсу	67
3.2. Публичные выступления и творческая работа	68
3.3. Промежуточная форма контроля по курсу	70
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	72

## ВВЕДЕНИЕ

**Цель изучения** дисциплины: ознакомить обучающихся с современными этико-философскими концепциями, касающимися места и роли человека в природе, способствовать формированию этичных отношения к окружающему миру живого, сформировать у обучающихся экологическое мышление.

**Задачами** изучения дисциплины являются:

- изучение философских основ биоэтики;
- ознакомление с религиозными воззрениями разных конфессий в области отношения к животным;
- изучение научных и медицинских основ биоэтики;
- рассмотреть принципы воспитания этичного отношения к животным и образования в области биоэтики.

**Область профессиональной деятельности:** исследование живой природы и ее закономерностей, использование биологических систем в хозяйственных и медицинских целях, охрана природы.

**Объекты профессиональной деятельности:** биологические системы различных уровней организации; процессы их жизнедеятельности и эволюции; биологические, биоинженерные, биомедицинские, природоохранные технологии, биологическая экспертиза и мониторинг, оценка и восстановление территориальных биоресурсов и природной среды.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

Компетенции		Знать	Уметь	Иметь навыки
индекс	формулировка			
ОК-1	способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции	философские основы биоэтики	излагать и критически анализировать философские основы биоэтики	изложения своей этической позиции с учётом философских основ биоэтики
ОПК-12	способностью использовать знание основ и принципов биоэтики в профессиональной и социальной деятельности	современное состояние науки; принципы, идеи и проблемы биоэтики; правовые основы биоэтики, области ее применения	применять правовые основы и основные принципы биоэтики в профессиональной деятельности	самостоятельной работы с нормативными документами и другой информацией биоэтической направленности, использования знания биоэтических основ в профессиональной деятельности;
ОПК-14	способностью и готовностью вести дискуссию по социально-значимым проблемам биологии и экологии	социально значимые проблемы биологии и экологии: идеи и проблемы медицинской и экологической биоэтики проблемы воспитания и образования в области биоэтики;	вести дискуссию по основным проблемам биоэтики	навыками самостоятельной работы с источниками литературы для нахождения информации для формирования своей этической позиции

## 1. ЛЕКЦИОННЫЙ КУРС

### 1.1. Биоэтика как самостоятельная область знаний, принципы биоэтики в деятельности эколога.

*Содержание лекции:*

- 1.1.1 Биоэтика как самостоятельная наука.
- 1.1.2 Сущность экологической этики.
- 1.1.3 Множественность инвайронментальных этик.
- 1.1.4 «Идеальные» экологические этики.
- 1.1.5 Этика эмпатии.

#### 1.1.1. Биоэтика как самостоятельная наука

*Этика, этические нормы* – это закрепленные в мозгу индивида нормы морали и образцы поведения, «мемы», и причинно-следственные связи, полученные им в результате длительного культурного воспитания. Этические нормы, в том числе и биоэтика, не наследуются и не передаются генетическим путем; они прививаются с помощью человеческой культуры.

Этика Окружающей среды сегодня охватывает разнообразные, не обязательно связанные области, антология ее включает:

1. Права животных.
2. Этика Земли.
3. Экофеминизм.
4. Глубокая экология.
5. Поверхностная экология.
6. Права геообъектов (скал, долин) и так далее.
8. Биоэтика.

*Биоэтика* в переводе с греческого означает этику жизни или жизненную этику. Биоэтика могла бы быть определена как анализ этических вопросов и принятие решений связанных с использованием живых организмов и лекарств. Она включает как медицинскую, так и экологическую этику.

В наше время «биоэтика» – это не просто раздел философии. Она является междисциплинарной областью человеческого знания, в формировании которой участвуют медики, биологи, юристы, социологи, философы, религиоведы и представители других профессий.

Впервые развернутое обсуждение проблем биоэтики состоялось в г. Нюрнберге в 1946 г. Оно было связано со злодейскими опытами на людях, проводимыми некоторыми немецкими врачами вопреки данной ими клятве Гиппократу в годы Второй мировой войны. Именно на Нюрнбергском процессе мир впервые подверг сомнению добросовестность врачей и врачебную этику. Тогда в Нюрнберге был создан 1 Международный документ по биоэтике, так называемый «Нюрнбергский кодекс», содержащий 10 пунктов и регламентирующий проведение научных исследований и экспериментов на людях

Основателем биоэтики по праву является американский биолог-биохимик и ученый-гуманист Ван Ренсселер Поттер (1911-2001 г. г.), который в 1969 году вводит в научный обиход термин «биоэтика» и определяет ее основные направления. На 70-е годы XX века выпадает начало интенсивного развития биоэтики в Америке и странах Западной Европы, а ее возникновение связано, прежде всего, с внедрением новых биомедицинских технологий.

За последние время биоэтика сделала быстрые шаги вперед. В ряде стран имеются центры по биоэтике; в Европейском Союзе работает комитет по биоэтике. Комитет с аналогичным названием открыт и при Академии наук РФ.

Современная биоэтика имеет 2 основных направления.

- *Медицинское* – сконцентрировано вокруг отношений «врач-пациент», чаще всего это направление называют биомедицинской этикой или медицинской биоэтикой. В этом плене биоэтика смыкается с медицинской этикой – *деонтологией*.

- *Экологическое* – обосновывает ценность и права отдельных живых существ (биоцентризм) и природных экосистем, дикой природы, биогеоценозов и пр. (экоцентризм). Некоторые зарубежные авторы называют это направление «*биологическая биоэтика*»

Существуют также такие направления как глобальная и феминистическая биоэтика. В центре внимания глобальной биоэтики — перенаселение планеты, истощение природных ресурсов, поиск новых источников энергии, парниковый эффект, опреснение морской воды и пр. Феминистическая биоэтика стремится показать особую ценность духовного мира женщины и в то же время зависимость ее социального положения от традиций патриархального общества.

### **1.1.2. Сущность экологической этики**

*Экологическая этика*, или этика окружающей природной среды, – попытка экологизации человеческой деятельности путем постепенной экологизации мышления и сознания людей. Это новое направление характерно также и гораздо более высоким уровнем воспитываемого экологического сознания, экологической морали и нравственности. *Экологическая (инвайронментальная) этика – это основа экологичной культуры, которая является практическим результатом новой, экологичной философии и, вполне возможно, будущей культурой человечества.*

Экологическая (инвайронментальная) этика – это применение норм морали, этики, нравственности, используемых внутри человеческого общества, к взаимоотношениям человека с природой, распространение этих гуманных и хорошо закрепленных, например, в фундаментальных религиях, норм на отношение к природе, с учетом природы человека и законов природы. Это расширение области этики и включение в «человеческие» этические нормы также и взаимоотношений его со всей природой требует изменения мышления, убеждений, интересов, причем эти изменения носят совершенно необычный характер: человеку предлагается отказаться от антропоцентрического взгляда на природу и уйти от сложившегося веками прагматичного, потребительского отношения к ней.

Движение человеческого общества к инвайронментальной этике и к принципиально новым (хотя частично известным в глубокой древности) взаимоотношениям с природой вполне логично, оно обусловлено необходимостью решения возникших по вине человека экологических проблем, поставивших под вопрос само существование человека.

### **1.1.3. Множественность инвайронментальных этик**

Множественность норм морали и нравственности, характерная для множественности людей, предполагает и разнообразие этик, в том числе природоохранных и инвайронментальных этик. Развитие экологических этик идет по пути нарастания их множественности.

Казалось бы, идея инвайронментальной этики едина – это экоцентрическое мышление, «универсальная этика», признание природы как высшей ценности для человека, как равноправного субъекта взаимодействия. Но и здесь возможно множество «точек отсчета», смещающих интересы человека и природы. Например, человечество не

может отказаться от прагматического использования природы; в ряде случаев человек противопоставляет себя природе; удовлетворение растущих потребностей чаще всего входит в противоречие с интересами природы, и т. д. Поэтому и возникает множество инвайронментальных этик, в разной степени гуманных по отношению к природе и человеку. Бинарное множество этик вообще и инвайронментальных этик – это, очевидно, объективная закономерность процесса развития человечества (как, например, множество религий).

В этой бинарной множественности экологических этик присутствуют крайние этики. С одной (крайней) стороны это *прагматическая этика*, поддерживающая непрерывный рост удовлетворения потребностей и непрерывное технологическое развитие, и возлагающая надежды на технологическое решение всех экологических проблем, при постепенном применении все более экономичных и экологичных технологий. Прагматическая этика интересна тем, что она опирается на реальное состояние мышления и экономики. Она не требует быстрого, совершаемого в чрезвычайно сжатые сроки, и потому нереального духовного совершенствования человечества. Она удовлетворяется теми реальными людьми с их множеством достоинств и недостатков, которые живут в настоящее время и будут жить в обозримом будущем. Вместе с тем она поддерживает реальные экологические действия, которые приносят вполне определенные гуманные плоды.

С другой крайней стороны располагаются наиболее *«этически радикальные» экологические этики*, основанные на эоцентризме, биоцентризме, глубокой (глубинной) экологии. Эти этики требуют быстрых и принципиальных изменений отношения человека к природе, в первую очередь основанных на отказе от удовлетворения растущих потребностей, которое, как известно, является основным стимулом развития человечества

Односторонний взгляд на действительность ведет к необъективному, неполному представлению о ней, так как она всегда бинарно множественна. Человек может медленно, эволюционно, в результате экологически этичного воспитания, воздействовать на сокращение не всегда рациональных, и даже вредных потребностей, на привитие экологической этики. Создание же одной, единственно верной, экологической этики невозможно и не нужно, оно противоречит закону бинарной множественности. Будут существовать и неэкологичные этики как часть бинарной множественности. Очевидно, развитие экологических этик будет и в дальнейшем протекать в направлении роста их бинарной множественности, многообразия – от «мягких» до «жестких», от прагматичных до непрагматичных, от антропоцентричных до биоцентричных. В их взаимодействии и будет совершенствоваться отношение человека к природе.

#### **1.1.4. «Идеальные» экологические этики**

Новые экологические этики, новые и гораздо более гуманные предложения по взаимодействию человека и природной среды, напоминают заповеди Библии, совершенно правильные и этичные, но не осуществленные до сих пор. Большой вклад в создание основ экологической этики сделали люди, не являющиеся специалистами-экологами – Олдо Леопольд, Арне Нейс, Альберт Швейцер и др.

Так А. Швейцер разработал концепцию *«Этики благоговения перед жизнью»*. По его мнению: «Этика благоговения перед жизнью позволяет нам достигнуть духовного отношения к универсуму... Этика благоговения перед жизнью делает нас другими людьми... Фундаментальный факт сознания человека гласит: «Я есть жизнь, которая хочет жить среди жизней, которые хотят жить». «Человек этичен только тогда, когда для него священна жизнь как таковая и человеческая, и всех созданий. Только этика, ощущая бесконечную ответственность перед всем, что живет, может быть обоснована мышлением»

Олдо Леопольд сформулировал концепцию «*Этики земли*». «Это расширение этики... на самом деле представляет один из процессов экологической эволюции. Этика в экологическом смысле – это ограничение свободы действий в борьбе за существование... Этику можно считать руководством в экологических ситуациях, настолько новых, сложных и поздно обнаруженных, что разрешение их, наиболее выгодное для общества, не всегда понятно среднему индивиду... Этика земли меняет роль человека, превращая его из завоевателя сообщества, составляющего землю, в рядового и равноправного его члена. Этика земли попросту расширяет пределы сообщества, включая в него почвы, воды, растения и животных, которые все вместе и объединяются словом «земля»

Идеальная экологическая этика должна вести к пересмотру не только всех сторон взаимодействия человека и природы, но и развития человеческого сообщества. Для расширения поля действия идеальной экологической этики нужна полная перестройка внутреннего и внешнего мира. «Этот процесс затронет все области жизни. Он потребует всех человеческих способностей. Он будет нуждаться не только в технических, предпринимательских новшествах, но и в общественных, политических, художественных, духовных изменениях»

В начале XXI века, человечество очень далеко от этого идеала. Высказаны сомнения в принципиальной возможности коэволюции человека и природы ввиду совершенно разных скоростей их развития. Очевидно, совершенствование человека в его отношении к природной среде может идти только медленно, эволюционно.

В этом процессе очень важна позиция человека по отношению к природе – можно любить всю природу или только ее красивую часть, можно благоговеть перед живой природой но, очевидно, не перед всей – есть и очень негативные предметы и явления, перед которыми нельзя благоговеть, которые нельзя любить. Введенные в моделях идеальных экологических этик, понятия «благоговения» и «любви» носят человеческий, антропоморфный характер и потому неприменимы для объективной оценки взаимодействия с природой. Невероятно сложно признать равноправие абсолютно всех живых организмов – например, вредных насекомых, паразитов, болезнетворных бактерий, микробов, и пр. Человечество, в своей массе никогда не возвысится до такого признания: ведь даже выдающиеся ученые – экологи приходили в ужас при виде, например, паука-птицееда, только из-за его «страшного» вида.

### **1.1.5. Этика эмпатии**

*В этике эмпатии* не требуется любовь ко всем созданиям живой природы, и тем более благоговение перед всеми формами жизни – нужно глубокое понимание их незаменимости, необходимости. Но их жизнь нужна и бесценна для природы, они не могут быть заменены другими животными. Для них нельзя создавать другие, более благоприятные, щадящие условия жизни.

Новая экологическая этика эмпатии, сочувствия, отличается от других тем, что она более объективна и диалектична. Сочувствие, сопереживание – это глубокие чувства, основанные на понимании других форм жизни, их предназначения, трудностей. Эта этика предполагает глубинное проникновение в законы экологии, во взаимосвязь всех явлений, во взаимозависимость всего живого и в зависимость человека от природы. Она предполагает знание экологии, эволюции, понимание важной роли всего живого в обеспечении жизни на Земле.

Животные в процессе эволюции заняли различные экологические ниши, достигли разного уровня развития – и достаточно сложного, и очень примитивного. Каждое из них выполняет ряд функций, которые никто больше выполнять не может. Мы не знаем, получают ли все животные какое-то поощрение, удовлетворение от жизни, от хорошего выполнения функций, от достижения поставленной цели (подобно человеку). Видимо, многие более крупные животные получают удовлетворение, они способны к игре,



любопытству, даже к шутке. Но многие, более простые животные, вряд ли способны получать какое-то поощрение за свою работу. Жизнь же всех животных протекает в сложных условиях: они очень зависят от погоды и особенностей климата, от состояния природной среды, от особенностей взаимоотношений в той пищевой цепи, в которой они находятся. Много мелких животных гибнет, не достигнув зрелости. Многие животные гибнут после рождения потомства. Некоторые погибают во время спаривания. Огромные массы животных выполняют функции «санитаров» природы, очищая ее от отходов. Многие животные служат пищей для других животных. Такой опасной, тяжелой, полной невзгод жизни животных можно только сочувствовать. Они ни в чем не провинились, они выполняют свои очень важные функции зачастую в ужасных условиях с человеческой точки зрения. Они помогают поддерживать жизнь на Земле. Этика сочувствия, эмпатии как одна из множества экологических этик поможет человеку объективнее относиться к живой природе.

## **1.2. Исторические и философские основы биоэтики, возникновение социальных проблем.**

### *Содержание лекции*

- 1.2.1. Эволюция отношения человека к природе.
- 1.2.2. Исторические основы биоэтики.
- 1.2.3. Этика жизни и традиции русской философии.

### **1.2.1. Эволюция отношения человека к природе**

Вряд ли можно выделить совершенно четкие этапы совершенствования отношения человека к природе – от архаического сознания и до биоцентризма и универсальной экологической этики. Сложнейшая эволюция экологического сознания происходила скорее в форме спиралей, разветвлений, и даже возврата назад, к элементам более древних учений.

Развитие экологического сознания общества и экологической этики прошло сложный путь в процессе антропогенеза.

*Первобытный человек* полностью зависел от природы и поэтому был материально и психологически включен в ее мир подобно любому другому животному. Количество людей было невелико, жили они в основном в теплом климате, требующем минимальных затрат на одежду и жилье, а природа находилась в естественном, нетронutom цивилизацией состоянии. Несмотря на отсутствие развитой речи, примитивное сознание, неспособность восприятия ряда более сложных явлений, человек с помощью системы «табу» выживал в самых тяжелых условиях. Уже в это время человек стал воспринимать часть природы не только как опасную для него среду (например, лес для людей, живущих на опушке), но и как объект потребления. Началось отчуждение человека от природы, развившееся в античные века.

*В античные века* стало развиваться двойственное представление о природе как об источнике красоты, духовной ценности, и о предмете материального потребления. С возникновением фундаментальных (монотеистических) религий человек был поставлен над миром природы как разумное существо, имеющее божественную душу. Природа была передана во владение человека.

На еще более высокий уровень человек был поставлен в философском учении Р. Декарта – *картезианстве*, согласно которому разумом и внутренним миром обладал только человек, а животные и растения объявлялись машинами, лишенными внутреннего мира. Человек отчуждался от природы, но не от ее красоты.

С другой стороны, японцы, китайцы, индусы и другие представители восточных народностей никогда не отчуждались от мира природы; напротив, необходимость

единства с этим миром объяснялась и поощрялась и философией, и религией. Внутри каждого народа, поддерживающего в целом идею «человек – царь природы», всегда находились группы людей, которые стремились к единству с природой. И в архаическую, и в античную эпохи, и в средние века, и в новое время наряду с массой людей с неэкологичным сознанием и соответствующими действиями были и сторонники единства с природой.

В соответствии с *теорией разветвления развития*, для более широкого проявления новой экологической этики необходим был негативный импульс в виде экологических кризисов, начавшихся в конце XIX и начале XX веков. Ее первым этапом был *инвайронментальный консервационизм*, утверждавший необходимость сохранения ресурсов для будущих поколений.

Затем в *«русском космизме»* была высказана идея о том, что человек – это часть природы, и цивилизация должна перейти к развитию, восстанавливающему природную среду.

Следующим этапом было *учение В.И. Вернадского о ноосфере*, построенной на коэволюции человека и природы. Экологи (Олдо Леопольд и др.) выдвинули идеи экологической этики, экосистемного холизма, морального сообщества: необходимо не только распространить этику человека на всю природу, но и создать новую этику, учитывающую природу человека и законы природы; разумно только то, что стремится к сохранению целостности и совершенства природы; нормы человеческой морали нужно перенести на все другие элементы экосистем.

Углубление экологической этики привело к *«универсальной этике»* Г.Торо, М. Ганди, А. Швейцера и др. В ней признается равноценность и равноправие всех живых существ.

В соответствии с теорией разветвления (или маятника) произошло дальнейшее отклонение этики в сторону прав природы, приведшее к наиболее радикальному направлению – биоцентризму. В биоцентризме поддерживается идея природы как наиболее совершенного и наделенного духовными качествами сущего. Мир – единое целое, все живое имеет равные права на жизнь и равную ценность, независимую от оценки человека, человек же должен снизить материальное потребление и не повышать жизненные стандарты.

Таким образом, основными этапами развития экологической этики являются следующие:

1. *Антропоцентризм* (от архаического сознания к картезианству). Переход от чувства неразделимости человека с природой к представлению о природе как объекте удовлетворения потребностей; прагматическое взаимодействие. Приближение сроков исчерпания невозобновимых ресурсов, глобальное загрязнение, отступление природы, глобальный экологический кризис.

2. *Учение о ноосфере*. Единство и взаимосвязь человека и природы, переход к коэволюции человека и природы, превращение человека в основную геологическую силу, формирующую облик Земли. Предполагается переход к сфере разума – ноосфере, переход биосферы в новое состояние коэволюции с человеком.

3. *Инвайронментализм*. Утилитарный взгляд на природу антиэкологичен, человек – это часть природы; экологизация на всех уровнях, биосферное мышление, отказ от навязанного обществом экологически необоснованного потребления, экотехнологии. Предполагается остановка деструкции природной среды, переход к позитивной роли человека в его взаимодействии с природой.

4. *Глубинная экология*. Любая жизнь самоценна сама по себе, независимо от пользы для человека; все живое требует нашей защиты, очень важно невмешательство в природу. Предполагается постепенное восстановление природы при отсутствии воздействия человека.

5. *Универсальная (экологическая) этика, биоцентризм, экоцентризм*. Мир – это

единое целое, все живое имеет одинаковую ценность, человек – это органичная часть природы без какой-либо искусственной границы между ними; возможно только не прагматичное взаимодействие человека и природы. Предполагается постепенное восстановление целостности и ценности природы, переход к длительному и устойчивому существованию природы и человека.

### 1.2.2. Исторические основы биоэтики

Биоэтика начинает интенсивно развиваться в Америке и странах Западной Европы в начале 70-х годов XX века. Ее возникновение связано, прежде всего, с внедрением новых биомедицинских технологий: развитием трансплантологии и генной инженерии, прогрессом в области медицинской диагностики и методах репродукции человека, массовым использованием в клинических исследованиях и научных экспериментах животных и людей и пр. Все это приводит к необходимости решать моральные проблемы, ранее не стоявшие перед человечеством.

Первое развернутое обсуждение проблем биоэтики состоялось в г. Нюрнберге в 1946 г. Это было связано с медицинскими исследованиями на людях, проводимыми немцами в годы Второй мировой войны. На Нюрнбергском процессе было предъявлено обвинение 23 немецким ученым-медикам. В их числе – личный врач Гитлера и глава Комиссариата здравоохранения и санитарии – К. Брандт, личный врач Гимmlера, президент немецкого Красного Креста К. Гебхард и др. Согласно приговору Трибунала, семи немецким медикам был вынесен приговор о высшей мере наказания.

Именно тогда в Нюрнберге был создан 1 Международный документ по биоэтике, так называемый «*Нюрнбергский кодекс*», который регламентировал проведение научных исследований и экспериментов на людях. Принципы, изложенные в Кодексе, являлись не требованиями закона, а нормами морали и не носили обязательного характера. В Кодексе указывалось на необходимость при проведении экспериментов на людях придерживаться ряда этических критериев, таких как, добровольное согласие испытуемого, его дееспособность, информирование испытуемого о целях, методах и возможных последствиях предполагаемого эксперимента. Проводимый эксперимент должен приносить пользу обществу, которая не может быть достигнута другими методами исследования. Испытуемый должен быть избавлен от всех излишних физических и психических страданий и повреждений, а оборудование должно обеспечивать защиту испытуемых от отдаленной возможности ранения, инвалидности, смерти. Налагался запрет на проведение экспериментов, предполагающих смертельный исход для испытуемых. Оговаривалась возможность прекращения проведения эксперимента по желанию испытуемого.

Однако при всей важности первого в истории человечества международного кодекса такого рода, он не оказал существенного влияния на практику проведения медицинских экспериментов на людях в мирное время. Принципы Кодекса носят скорее назидательный, а не прикладной характер и не имеют прямого отношения к повседневной практике медицинских исследований.

В 1966 году Генри Бичер, профессор анестезиологии Гарвардской медицинской школы, опубликовал сенсационную по своему содержанию статью «*Этика и клинические исследования*», где описал 22 случая нарушений прав испытуемых, имевших место в США. Особую известность получили два примера. В одном случае речь шла об исследовании, проводившемся в интернате для отстающих в развитии детей в Уиллоубруке (штат Нью-Йорк). Для изучения этиологии болезни и разработки защитной вакцины детей заражали гепатитом. В другом случае врачи вводили живые раковые клетки пожилым пациентам одной из нью-йоркских больниц. Исследования проводились без информирования и согласия испытуемых с большим риском для их жизни и здоровья.

Во второй половине XX столетия происходят события, которые способствуют началу развернутой дискуссии по этическим проблемам, как в области биологии, так и медицины. Благодаря новейшим технологиям жизнеобеспечения становится возможным длительное поддержание автономной работы каждого органа человека, в том числе, легких и сердца. Как только такая техника получает широкое распространение, появляется большое количество больных, дыхание и кровообращение которых длительное время поддерживается искусственно, но при этом они не приходят в сознание. Вместе с тем, актуальной становится проблема критериев смерти человека, так как развитие трансплантологии требует новых доноров и органов. В 1968 г. на заседании ВОЗ и ЮНЕСКО в качестве критерия смерти человека принимается критерий «смерти мозга».

В 60-х годах снова приобретает силу общественное движение в защиту *эйтаназии* – «легкой смерти неизлечимых больных». Публикуется меморандум в защиту добровольной эйтаназии, который находит много сторонников. Эйтаназия легализуется в Нидерландах (1992), ряде штатов Америки и северных территориях Австралии (1997).

Происходят поистине революционные изменения в области репродуктивных технологий. В 1978 г. в клинике Борн-Холл (Кембридж, Англия) медикам удается в пробирке соединить яйцеклетку со сперматозоидом. Появляется на свет первый ребенок «из пробирки» – Луиза Браун.

В 1997 г. в Шотландии путем метода клонирования получают овечку Долли. В то же время, в 1980 г. французским ученым Э. Болье были изобретены особые abortивные таблетки RU-486, способные прерывать беременность на ранних сроках (40 дней после зачатия) без инвазивных процедур.

Новый уровень технологических возможностей человека поставил перед учеными новые этические проблемы, которые нужно было решать ежедневно на практике. Прежние этические системы оказались не в состоянии осмыслить возникшие проблемы с нравственной точки зрения. Возникла необходимость новой действенной элементарной этики, которая была бы действенной и могла использоваться на практике.

### **1.2.3. Этика жизни и традиции русской философии**

Русскую этическую мысль можно назвать *этикой жизни*. Для нее характерно прежде всего осознание самоценности жизни, нравственное освящение жизни как фундаментальной ценности, причем жизни, наполненной духовным смыслом. Этот духовный смысл жизни по-разному трактовался в различных философских концепциях.

*Религиозная философия* исходила из мифологем православия, отстаивая идеи воскресения человека после Страшного суда и бессмертия души человека. Освящение духовного смысла жизни было связано с пониманием смерти как врат к новой жизни. Идея воскресения предполагала не только то, что подлинная жизнь христианина впереди, в будущем веке, в загробном мире – мире радости и блаженства, но и религиозное освящение мирской жизни, потому что новая жизнь, начинающаяся после Воскресения, не может не быть продолжением земной жизни.

Идеи православия лежали в основании этических размышлений таких русских философов, как Н. Ф. Федоров, Ф. М. Достоевский, В. С. Соловьев, Н. А. Бердяев, С. Булгаков, С. Л. Франк и др. Все они стремятся укоренить этику в ценностях христианства, прежде всего православия, понимаемого отнюдь не догматически. Здесь обсуждаются многие проблемы теоретической этики – жизнь и смерть, место человека в космосе. Идеи православия задавали фундаментальную систему отсчета этических построений русских философов – от космизма этики всеединства В. С. Соловьева до философской антропологии Н. А. Бердяева, от проекта Н. Ф. Федорова воскрешения отцов и победе над смертью до христианского социализма С. Булгакова.

*Идей регуляции природы*, сознательного управления всеми природными силами вплоть до космических составляет суть философии общего дела *Н. Ф. Федорова*. Итогами

этого процесса должна стать победа над смертью, воскрешение предков. Аналогичным образом В. С. Соловьев, осмысливая отношение человека к природе, видит в нравственном одухотворении природы путь утверждения добра.

Этика составляла ядро русской религиозной философии. Даже экономические и социологические построения, осуществленные, например, С. Булгаковым и С. Л. Франком, основывались на фундаментальных нравственных принципах этики солидарности. Более того, в русской философии была предложена концепция *этической гносеологии*, т. е. гносеологии, включающей в себя этические регулятивы.

Этические концепции, развитые в русской религиозной философии, не смогли стать теоретическим основанием для построения биоэтики. Они лишь задавали ведущий вектор отношения человека к миру, к жизни, к окружающей природе.

В отечественной философской мысли существует *и другое направление*, которое также можно охарактеризовать как *этику жизни*. Это – «живая этика», развитая рядом представителей буддистской мысли. Наиболее известным представителем этого направления является Н. К. Рерих – создатель так называемой «Живой Этики».

К. Э. Циолковский – основатель космонавтики также связывал свою «космическую этику» с буддизмом. В ряде своих он развивал философию панпсихизма, которая исходит из идеи одушевленности Вселенной, допущения бессмертия духовных атомов, блуждающих в мире и переселяющихся в разные организмы. Подчеркивая необходимость устранения страданий, Циолковский рассматривает этику как путь преодоления смерти и человеческих страданий, как путь одухотворения природы. Ведущим принципом этики является требование, чтобы «все живое благоденствовало», ведь «жизнь непрерывна, смерти нет»

Существовало в России и *третье направление* в этике жизни. Это направление можно назвать натуралистическим, поскольку ориентируется на естественные науки, на биологию прежде всего, хотя и указывает на ограниченность существующих в естествознании теорий. Представителей этого направления этики жизни в русской мысли достаточно много, и они предложили интересные и перспективные этические концепции. Их объединяет стремление осмыслить жизнь как природно-исторический феномен и обосновать этику из идеи борьбы со смертью.

Наиболее известным представителем этого направления в начале XX в. был Н. А. Умов – выдающийся русский физик. В своих статьях Умов развивает комплекс идей, обосновывающих этику жизни. Он исходит из того, что жизнь специфична по своей организации и для ее постижения недостаточно физикалистских понятий и методов. Специфика жизни заключается в ее анти-энтропийности, в том, что всегда связана с борьбой с тем, что Умов называет «нестройностью». Этот термин по своей сути тождествен тому, что в современной физике называют хаосом, неорганизованностью, беспорядком. Картину превращения нестройности в стройность представляет и историческая жизнь человеческого общества... Прирожденные нам стройности включают уже в себе элементы этики. Нравственные принципы не могли бы руководить поведением существ, природа которых была бы образована из нестройностей» Н. А. Умов выдвигает предположение о том, что следует дополнить законы термодинамики новым законом, который фиксировал бы антиэнтропийность живого и тем самым включил бы процессы жизни в процессы природы. Н. А. Умов задает новый ориентир этике – ориентир борьбы с силами хаоса, беспорядка во имя утверждения жизни.

В это же самое время П. А. Кропоткин разрабатывает *этику альтруизма*, которая, по его словам, представляет собой новую реалистическую науку о нравственности, освобожденную от религиозного догматизма, суеверий и метафизической мифологии и вместе с тем одухотворенную высшими чувствами и светлыми надеждами, внушаемыми нам современным знанием о человеке и его истории. Наука должна дать основы этики. Этику необходимо обосновать научно, т. е. построить на базе естествознания, в частности, теории эволюции Дарвина.

В 1925 г. нарком здравоохранения *Н. А. Семашко* объявил врачебную тайну пережитком старой кастовой врачебной практики (боязнь потерять пациента) и старых глупых предрассудков (стыд за свою болезнь) и подчеркнул, что советское здравоохранение держит «твердый курс на уничтожение врачебной тайны, пережитка буржуазной медицины». Выступая с этой разрушительной для медицинской этики программой, Н. А. Семашко не встретил возражений со стороны врачей. На диспуте в январе 1928 г. в Москве проф. А. И. Абрикосов полностью поддержал наркома. Тоталитаризм подавлял права человека и стремился разрушить профессиональную этику врачей. Он не допускал даже обсуждения проблем профессиональных этических норм и тем более философских проблем медицинской этики.

В 1940 г. выдающийся советский биолог *Д. П. Филатов* начинает писать работу «Норма поведения, или мораль с естественно-исторической точки зрения».

Увязывая этику с теорией эволюции и этологией, Филатов проводил мысль, что человек на первых фазах эволюции унаследовал от животного мира норму оборонительного поведения, эгоистическо-инстинктивное начало в поведении. Для морали будущего, по мнению Филатова, как раз и будет характерно повышение антиэгоистических норм морали и поведения людей, которые «поступают так, как поступил бы заботливый хозяин жизни: ничего для себя и все – для окружающего».

В это же самое время *В. И. Вернадский* разрабатывает учение о переходе биосферы в ноосферу, т. е. сферу, созданную человеческим разумом, воплощенным в науке и технике. Учение Вернадского о ноосфере далеко выходит за пределы этики. Однако из размышлений Вернадского о превращении науки в силу, планетарную по масштабу своего воздействия, нельзя исключить и этическую компоненту.

В 1952 г. советский биолог *А. А. Любищев* написал статью «Основной постулат этики». Обращает на себя внимание уже то, что этика мыслится Любищевым как некая теоретическая система, которая зиждется на основном постулате. Этот постулат, по мнению Любищева, «должен удовлетворять трем требованиям:

- 1) он должен быть универсальным;
- 2) он должен быть научно обоснованным;
- 3) он должен синтезировать положительные стороны всех этических систем прошлого».

### **1.3 Этически-социальные проблемы медицинской биоэтики**

*Содержание лекции.*

- 1.3.1. Сущность и основные принципы медицинской этики.
- 1.3.2. История развития медицинской этики в России.
- 1.3.3. Основные биоэтические и этические проблемы создания и воспроизводства лекарств.
- 1.3.4. Этические нормы отношений «врач-пациент».

#### **1.3.1. Сущность и основные принципы медицинской этики**

*Медицинская биоэтика* представляет собой наиболее развитое в теоретическом отношении направление биоэтики.

В бывшем Советском Союзе синонимом «медицинской этики» стало понятие «*деонтология*». Сближение этих двух понятий происходит в книге академика Н. Н. Петрова «Вопросы хирургической деонтологии» (1946). Заменяя термин «медицинская этика» незнакомым термином «деонтология», Н. Н. Петров освобождает его от негативных идеологических наслоений и тем самым привлекает внимание общественности к актуальным этическим проблемам медицины.

В послевоенный период и вплоть до настоящего времени активно обсуждаются и доказываются преимущества и отличия медицинской деонтологии от традиционной медицинской этики. *Деонтология* содержательно значительно уже этики как таковой. Например, Кодекс медицинской деонтологии строится на таких выражениях как «врач должен», «обязан», «не может», «ему запрещено». Деонтология включает определенные нормы, предписания, запреты, которым должен следовать медицинский работник или врач.

*Медицинская этика*, в отличие от деонтологии не только отвечает на вопрос «Как», но и «Почему?»: «Почему нужно поступать определенным образом?», «Какой смысл и какие ценности утверждаются тем или иным поступком?» и т.п. Большинство ученых, исследующих проблемы медицинской этики, придерживаются крайних, полярных точек зрения. *Одни* считают, что для регуляции и оценки деятельности врача и его отношений с пациентами достаточно только тех принципов и ценностей, которые воплощены в общечеловеческой морали или в христианской этике. *Другие* же, абсолютизируя специфику медицинской деятельности, сводят медицинскую этику к медицинской деонтологии, представляющей собой достаточно жесткий свод этических правил и установок врачебной деятельности.

Многие ученые (Р. Витч, Т. Бошам и Дж. Чайлдресс, А.Я. Иванюшкин, Б.Г. Юдин и др.) отмечают, что медицинская этика, основанная на традициях этики Гиппократов, сегодня не отвечает духовно-интеллектуальным, политическим и экономическим особенностям и запросам развития современного общества. Английский ученый-биоэтик Р. Витч *причины такого несоответствия* усматривает в том, что:

- *традиционная медицинская этика* – это корпоративная этика, действие которой ограничивается преимущественно рамками соответствующего профессионального общества;

- *этика Гиппократов* построена на идее патернализма (от лат. pater - отец), который предписывает и позволяет врачу выступать в качестве «отца», наставника, непререкаемого авторитета по отношению к пациенту (либо медицинской корпорации по отношению к обществу);

- *принцип «не навреди»* не является достаточным для регуляции отношений врача и пациента (медицинского сообщества и общества в целом), так как не отвечает потребностям этического нормирования в связи с разработкой и применением глобальных биомедицинских технологий;

- *гиппократова этика* не содержит достаточных оснований для утверждения принципа уважения автономии пациента, интересы врача превалируют над интересами пациента.

Различные области применения новых биомедицинских технологий дают множество примеров, когда решение нравственных дилемм в рамках традиционной медицинской этики невозможно. В современной медицине трудно обнаружить такие области, которых не коснулся бы научный и технологический прогресс. Именно под его воздействием традиционные проблемы медицинской этики трансформируются в проблемы биоэтики.

Биоэтика пытается осмыслить этические проблемы с различных точек зрения, позиций и мировоззренческих оснований. Она предлагает ряд новых этических принципов и правил для регуляции деятельности ученого и клинициста-практика. Принципы биоэтики возникают из необходимости соединения ценностей объективного знания и универсальных духовных ценностей человеческой культуры, при этом человек выступает целью, а не средством развития науки и общества.

В отечественном и западном социокультурном пространстве наибольшее признание и распространение получила система американских ученых Т.Л. Бошама и Дж. Ф. Чайлдресса, состоящая из четырех взаимосвязанных принципов:

- автономии (respect for autonomy);

- не навреди (nonmaleficence);
- благодеяния (beneficence);
- справедливости (justice).

Кроме названных принципов была предложена система их дополняющих правил (требований):

- правдивости (veracity),
- приватности (privacy),
- конфиденциальности (confidentiality),
- верности (fidelity),
- информированного согласия (informed consent).

Биоэтика вооружает медиков знанием, как специфических вопросов медицинской этики, так и способностью к системному анализу, вырабатывает привычку рассматривать проблемы в междисциплинарном и социокультурном контексте, при этом развивает воображение, практические навыки и моральную ответственность за принимаемые этические решения, а также чувства эмпатии и сострадания к людям, животным, природе.

### 1.3.2. История развития медицинской этики в России

Формирование основных принципов медицинской биоэтики относится к XIX в. - особому периоду расцвета культуры, науки и искусства в России. В начале века профессор Московского университета М. Я. Мудров перевел на русский язык клятву Гиппократова с ее четырьмя бессмертными принципами: не навреди, не ищи выгоды, советуйся с коллегами и соблюдай высокую мораль. Впоследствии все врачи принимали основанное на клятве Гиппократова Факультетское обещание русских врачей.

На моральный уровень медицинского сообщества России большое влияние оказывали примеры великих врачей-гуманистов, в первом ряду которых стоит Н.И. Пирогов. Будучи в Дерпте в клинике профессора И. Мойера, 28-летний хирург опубликовал «Анналы хирургической клиники», в которых без утайки поведал об ошибках в своей работе, чем необычайно поразил коллег, обычно скрывавших эту сторону своей деятельности.

Огромное значение имели этические принципы, которые проповедовала еженедельная газета «Врач». Ее многолетний редактор В. А. Манассеин горячо отстаивал право пациента на сохранение тайны его заболевания, справедливо полагая, что это необходимо для создания полного доверия пациента к врачу.

В самом начале XX в. В. В. Вересаев привлек внимание русского общества к ряду острых этических проблем, в том числе и к проблемам обучения врачей, в талантливой книге «Записки врача». По призыву народовольцев российские врачи охотно «шли в народ», уезжая на работу в глухие русские провинции. Земские врачи не только лечили простых людей, но и несли в народ просвещение и культуру. Именно отсюда берет начало *патернализм* – отеческое отношение врачей к пациентам, сохранившееся до наших дней.

В период советской власти следует отметить два крупных достижения: создание стройной сети лечебно-профилактических учреждений в стране и декларирование абсолютно гуманного, по сути, идеального принципа, согласно которому медицинская помощь должна быть бесплатной, доступной и квалифицированной.

После войны родилась *деонтология* – наука о правильном поведении врача и сестры. В 1944 г. выдающийся онколог-хирург Н. Н. Петров написал великолепную книгу «Вопросы хирургической деонтологии», выдержавшую впоследствии пять изданий.

Для медицинской этики советского периода характерен безусловный приоритет интересов государства над интересами отдельного человека. Отсюда положение о том, что врачебная тайна – это всего лишь «буржуазный предрассудок», о чем писал нарком здравоохранения Н. А. Семашко. Широкое распространение получило принудительное



лечение, особенно в психиатрии и в венерологии. В 70-х годах психиатрия стала инструментом изоляции инакомыслящих.

Большую роль в развитии деонтологии в нашей стране сыграл Б. В. Петровский. По его инициативе в 70-х годах состоялись две конференции и вышли два тома коллективной монографии «Деонтология в медицине». Б. В. Петровский был инициатором введения преподавания курса деонтологии в медицинских учебных заведениях. В 1971 г. была принята Присяга врача Советского Союза, которая содержала некоторые положения клятвы.

Современный период медицинской этики относится к 90-м годам прошлого столетия и тесно связан с принятием Советом Европы общеевропейского документа – Конвенции о правах и достоинстве человека в связи с применением достижений биологии и медицины. Её принципиальным положением является охрана фундаментального права человека на жизнь и здоровье. Интересы пациента ставятся выше интересов общества и науки, моральную ответственность за состояние здоровья населения несет правительство. В конвенции отмечено, что по мере развития новых технологий общество путем дискуссий и обсуждений должно находить наиболее приемлемые морально-этические и юридические решения возникающих проблем.

В 90-х годах в нашей стране было создано пять центральных комитетов по биоэтике. Первым в 1993 г. был сформирован Национальный комитет по биоэтике Российской академии наук, затем комитеты при Президиуме РАМН, при Российской медицинской ассоциации, при Ассоциации врачей и, наконец, при Минздраве России. В некоторых научно-исследовательских институтах и больницах организованы местные комитеты (при Российском центре хирургии, НИИ акушерства и гинекологии, Институте скорой помощи и др.).

Врачебные и сестринские общественные объединения приняли Кодекс врачебной этики (1997), Этический кодекс российского врача (1997), кодексы медицинской сестры, фармацевтического работника.

По инициативе Комитета по биомедицинской этике Минздрава России проведены совещания заведующих кафедрами общественных наук по проблеме преподавания биомедицинской этики в вузах и средних медицинских учебных заведениях.

В 90-е годы принят ряд законов РФ, направленных на защиту основных прав наших граждан в области здравоохранения. Важнейший из них – «Основы законодательства РФ об охране здоровья граждан» (1994), в котором нашли отражение многие фундаментальные положения Конституции России и Конвенции по биоэтике. Отметим также законы «О трансплантации органов и (или) тканей человека», «О донорстве крови и ее компонентов», «О медицинском страховании», «О психиатрической помощи», «О лекарственных средствах», «Об иммунопрофилактике». В настоящее время рассматриваются законы о клонировании человека и о генетике.

### **1.3.3. Основные биоэтические и этические проблемы создания и производства лекарств**

Переход экономики России к рыночным отношениям вызвал изменения в деятельности предприятий фармацевтической промышленности. В связи с этим фармакологический комитет принимает рекомендации по вопросам:

- эффективности и безопасности новых фармакологических веществ (специфическая активность и токсикологические свойства);
- медицинского применения новых оригинальных лекарственных средств, а также зарубежных, ранее не применявшихся в Российской Федерации;
- внесения изменений в инструкции по медицинскому применению (новые показания, режим дозирования, пути введения, сведения о противопоказаниях к

применению и побочных эффектах) лекарственных средств, зарегистрированных в Российской Федерации;

- исключения из Государственного реестра лекарственных средств устаревших и малоэффективных препаратов;
- формирования перечней фармакотерапевтических групп лекарственных средств для включения в протоколы ведения больных;
- формирования Перечня жизненно необходимых и важнейших лекарственных средств;
- перевода лекарственных средств в Перечень лекарственных средств, отпускаемых без рецепта врача;
- отнесения лекарственных средств к спискам наркотических средств и психотропных веществ, а также к спискам А и Б;
- совершенствования Правил лабораторной практики в Российской Федерации (GLP);
- совершенствования Правил клинической практики в Российской Федерации (GCP).

Государственную регистрацию лекарственного средства проводят в срок, не превышающий шести месяцев со дня подачи заявления о государственной регистрации лекарственного средства. Все зарегистрированные ЛС вносятся в Государственный реестр ЛС, издаваемый ежегодно. Качество ЛС в ходе регистрации зависит от уровня проведения экспертной оценки представленных материалов, квалификации и объективности экспертов, а также от оснащенности центров экспертизы.

Одним из основных нормативных документов, касающихся производства и обеспечения качества лекарств является ОСТ 42-510-98

*Правила организации производства и контроля качества лекарственных средств (GMP)*». Настоящий стандарт – это свод правил по организации производства и контроля качества; он состоит из 9 разделов, включающих: определения, управление качеством, персонал, здания и помещения, оборудование, процесс производства и т.д.

Стандарт обязателен для всех организаций, осуществляющих производство ЛС – независимо от их ведомственной подчиненности, юридического статуса форм собственности, а также для организаций, осуществляющих экспертизу технологической документации, включая медицинские иммунобиологические препараты. При этом объектом контроля становятся сам процесс производства и различные производственные факторы (здания, помещения, оборудование, персонал и т.д.). Поэтому только соблюдение принципов, требований и норм правил GMP на фармацевтических предприятиях гарантирует выпуск эффективных и безопасных ЛС надлежащего качества.

В последнее время сформировались негативные тенденции к неэтичному поведению на фармацевтическом рынке производителей лекарств, возникновению недобросовестной конкуренции.

Недобросовестная конкуренция, по существу, содержит в себе основные элементы нарушения этики. Примерами неэтичной конкуренции являются: копирование внешнего оформления упаковки препарата; копирование товарного знака в сети Интернет; искажение информации о препарате; нарушения прав интеллектуальной собственности; введение в заблуждение потребителей, пользуясь несогласованностью системы защиты товарных знаков; использование в торговых марках международных непатентованных названий и др. Другой пример неэтичной конкуренции: производители не предоставляют полной информации о препарате в инструкции по применению, что создает эффект безопасности препарата в глазах покупателей.

### 1.3.4. Этические нормы отношений «врач-пациент»

Кодекс врачебной этики РФ был одобрен Всероссийским Пироговским съездом врачей 7 июня 1997 г. Рассмотрим положения Кодекса, касающиеся отношений «врач-пациент».

1. Врач отвечает за качество оказываемой пациентам медицинской помощи. В своей работе он обязан руководствоваться законами Российской Федерации, действующими нормативными документами для врачебной практики (медицинскими стандартами), но в рамках этих предписаний, учитывая особенности заболевания, выбирать те методы профилактики, диагностики и лечения, которые сочтет наиболее эффективными в каждом конкретном случае, руководствуясь интересами больного. При необходимости врач обязан воспользоваться помощью своих коллег.

2. Врач не должен подвергать пациента неоправданному риску, а тем более использовать свои знания в негуманных целях. При выборе любого метода лечения врач прежде всего должен руководствоваться заповедью «не навреди!».

3. За исключением случаев неотложной помощи, когда он обязан предпринимать меры, не усугубляющие состояние больного, врач имеет право отказаться от лечения больного, если уверен, что между ним и пациентом нет необходимого взаимного доверия, если чувствует себя недостаточно компетентным или не располагает необходимыми для проведения лечения возможностями. В этих и подобных случаях врач должен принять все меры к информированию об этом соответствующего органа здравоохранения и порекомендовать больному компетентного специалиста.

4. Врач должен уважать право пациента на выбор врача и участие в принятии решений о проведении лечебно-профилактических мер. Добровольное согласие пациента на лечение врач обычно получает при личном разговоре с больным. Это согласие должно быть осознанным, больной должен быть непременно информирован о методах лечения, о последствиях их применения, в частности, о возможных осложнениях, других альтернативных методах лечения. Проведение лечебно-диагностических мероприятий без согласия пациента разрешено только в случаях угрозы для жизни и здоровья пациента и неспособности его адекватно оценивать ситуацию. Желательно решение в подобных случаях принимать коллегиально. При лечении лиц, страдающих психическими заболеваниями, врач должен руководствоваться Законом РФ «О психиатрической помощи и гарантиях прав граждан при ее оказании». При лечении ребенка врач обязан предоставлять полную информацию его родителям или опекунам, получить их согласие на применение того или иного метода лечения или лекарственного средства.

5. Врач должен уважать честь и достоинство пациента, относиться к нему доброжелательно, уважать его права на личную тайну, с пониманием воспринимать озабоченность родных и близких состоянием больного, но в то же время он не должен без достаточных на то профессиональных причин вмешиваться в частные дела пациента и членов его семьи.

6. Если пациент не способен осознанно выразить свое согласие, его должен выразить законный представитель или лицо, постоянно опекающее пациента.

7. Пациент имеет право на исчерпывающую информацию о состоянии своего здоровья, но он может от нее отказаться или указать лицо, которому следует сообщать о состоянии его здоровья.

8. Информация может быть скрыта от пациента в тех случаях, если имеются веские основания полагать, что она может нанести ему серьезный вред. Однако по четко выраженному пациентом требованию врач обязан предоставить ему полную информацию. В случае неблагоприятного прогноза для больного необходимо проинформировать его предельно деликатно и осторожно, оставив надежду на продление жизни, на возможный благоприятный исход.

9. По желанию пациента, врач не должен препятствовать реализации его права на консультацию другим врачом.

10. Самореклама при общении врача с больным недопустима.

11. При совершении ошибки или развитии в процессе лечения непредвиденных осложнений врач обязан проинформировать об этом больного, в необходимых случаях – орган здравоохранения, старшего коллегу и немедленно приступить к действиям, направленным на исправление вредных последствий, не дожидаясь указаний на это.

12. При отборе больных, требующих проведения сложных профилактических, диагностических и особенно лечебных (например, трансплантация органов и др.) мероприятий, врачи, вынужденно устанавливающие очередность в оказании помощи, должны исходить из строгих медицинских показаний и принимать решения самостоятельно, а лучше коллегиально, с участием членов этического комитета (комиссии).

13. Врачебную практику врач может осуществлять только под собственной фамилией, не используя псевдоним и не указывая не присвоенных официально титулов, степеней, званий.

#### **1.4. Наука и биоэтика, социальные проблемы в науке**

##### *Содержание лекции*

1.4.1. Эксперименты на человеческих клетках и эмбрионах.

1.4.2. Эксперименты на животных.

1.4.3. Трансплантация.

1.4.4. Генетические тесты и предродовая диагностика.

1.4.5. Генетические исследования.

1.4.6. Генетическое модифицирование продуктов питания.

1.4.7. Клонирование.

##### **1.4.1. Эксперименты на человеческих клетках и эмбрионах**

Сюда относятся эксперименты по выбору пола будущего ребенка, искусственное оплодотворение, эксперименты на стволовых клетках человека и многие другие.

В 1978 году в Англии родилась Луиза Браун – первый ребенок, появившийся на свет благодаря методу «оплодотворение *in-vitro*» (во вне, в пробирке), проверенному на животных. Вскоре после этого во Франции родилась Амандин (1982). На сегодняшний день число детей, появившихся на свет таким образом, превышает 14 000.

Оплодотворение *in-vitro* и в самом деле произвело революцию в акушерстве и лечении женского бесплодия. Однако, этот метод имеет и негативную сторону – не только из-за безнравственных предложений (оплодотворение *heterologous*, использование спермы донора, являющегося посторонним по отношению к супружеской паре, суррогатные матери), но и из-за разрушения человеческих эмбрионов на современном этапе развития метода искусственного оплодотворения. Для того, чтобы оплодотворение прошло успешно, в матку женщины одновременно вводят несколько эмбрионов; остальные остаются в замороженном состоянии. Из числа введенных эмбрионов в утробе матери развивается лишь один, другие подлежат абортированию. Замороженные эмбрионы, если их не используют, погибают после 5 лет хранения. Более того, сегодня в качестве материала для научных экспериментов метод искусственного оплодотворения предлагает живые эмбрионы человека, об изучении которых раньше ученые могли только мечтать.

Упрощенный подход к искусственному оплодотворению влечет за собой упрощенный подход к человеческому эмбриону, а также возможность выбора подходящего времени для того, чтобы иметь ребенка. Этот метод также дает шанс

заниматься *евгеникой*. Наконец, сегодня, искусственное оплодотворение – это мероприятие, представляющее для практикующих врачей экономический интерес. Жизнь человека имеет тенденцию обесцениваться, когда на другой чаше весов находится материальное благосостояние.

Следствием появления метода искусственного оплодотворения явилось то, что был получен легкий доступ к живым человеческим эмбрионам. Наличие такого доступа немедленно стимулировало у ученых, работающих в этой области, желание использовать для опытов и исследовательской работы лишние эмбрионы, полученные методом искусственного оплодотворения, которые не предназначались к имплантации в материнской утробе. В различных комитетах и комиссиях, занимающихся вопросами биоэтики, разгорелись горячие споры. В Великобритании разрешено было свободно использовать для научных исследований живые эмбрионы не старше 14 дней со дня зачатия. Такие исследования не разрешены во Франции и США.

С другой стороны, большое количество спровоцированных абортов здоровых зародышей, которые делаются сегодня по всему миру, также навело ученых на мысль использовать ткани и органы таких зародышей. Ткани человеческого зародыша можно использовать в терапии – например, для лечения некоторых типов иммунодефицита или болезни Паркинсона. С этической точки зрения это было бы приемлемым, если бы зародыш умер до использования, и если бы не существовало связи между спросом на аборты и просьбами о получении зародышевых тканей.

#### 1.4.2. Эксперименты на животных

Вопрос о допустимости экспериментов на животных является сложной нравственной проблемой в области взаимоотношения человека и животных, которую человечество пытается решить. Очевидно, что экспериментирование на животных является необходимым источником знаний для медицины и без него человечество не сможет бороться с болезнями. Эксперименты на животных, начавшиеся около 300 лет назад, занимают весьма незначительный отрезок в истории медицины, которая благодаря им достигла значительных успехов в диагностике и лечении заболеваний.

Историю экспериментальной медицины можно разбить на три этапа. *Первый этап* начинается со времени деятельности анатома Андреаса Везалия в XVII веке и занимает два столетия: XVII и XVIII. Это период экспериментирования на животном без обезболивания – обезболивающие препараты были открыты только в начале XIX века; такие эксперименты получили название вивисекции и отличались чрезвычайной жестокостью. В эту эпоху общественное мнение практически не высказывалось по поводу жестокостей вивисекции, хотя отдельные писатели и ученые выражали свое негодование в адрес вивисекторов.

*Вторым этапом* развития экспериментальной медицины следует считать XIX век, когда начались выступления общественности, осуждавшей проведение экспериментов с позиций этики. В XIX веке началось движение в защиту животных, и были созданы первые организации, направленные против прекращения жестоких экспериментов. В конце XIX века – в 1878 году – в Великобритании был принят первый в мире закон в защиту экспериментальных животных, регламентирующий работу с ними, предписывающий использование обезболивающих препаратов. Однако болезненные эксперименты продолжались и в XIX веке.

*Третьим этапом* развития медико-биологического эксперимента является XX век; для современной эпохи характерно, что критика эксперимента на животных стала более жесткой и ведется не только в нравственном плане, но и с позиций науки. Этот этап отличает участие врачей в движении за модификацию экспериментальной науки или даже отмену экспериментов на живых животных.

Критика экспериментов в этическом и научном плане послужила основанием

основанием для пересмотра взглядов на эксперимент в целом и подготовки конструктивных предложений по совершенствованию медицинских исследований – как в плане гуманизации их, так и с точки зрения повышения их научной достоверности.

В середине этого столетия английские ученые Бэрч и Рассел предложили программу гуманизации медико-биологического эксперимента, выдвинув известный теперь повсеместно принцип «трех Р» – три слова: совершенствование, снижение и замена – начинаются в английском языке с буквы «Р». Эти предложения раскрываются следующим образом:

*Reduction* – уменьшение, т. е. снижение числа животных, используемых в эксперименте.

*Replacement* – замена, т. е. использование, вместо животных, альтернативных моделей.

*Refinement* – совершенствование, т. е. улучшение качества эксперимента, его гуманизация за счет использования обезболивающих и нетравматичных методов работы с животными.

В соответствии с данными принципами, при получении лицензии экспериментатор указывает предполагаемое количество используемых животных, невозможность замены их в данном эксперименте другими моделями и методы устранения боли и иных страданий у животного (обезболивание).

В качестве альтернативы животному как биологической модели могут использоваться живые и неживые объекты: одноклеточные организмы, эмбрион яйца, бактерии, культуры клеток, тканей и органов, физико-химические методы, компьютерные модели.

Наибольшее распространение получили культуральные методы, а точнее – использование культур клеток в качестве альтернативы организму животного. Особое преимущество этот метод приобрел, когда начали использоваться человеческие клетки, что снимало серьезную проблему переноса данных с одного биологического объекта на другой. Этот метод нашел широкое использование в таких областях медицины, как вирусология, онкология, получение вакцин и сывороток. Его преимущество заключается в том, что он выявляет токсичность испытываемых препаратов на более глубоком уровне – клеточном, а иногда и на субклеточном, тогда как традиционные методы испытания на животных судят о действии препарата по общей реакции животного: погибло оно или нет. Методы культур клеток, тканей органов, называемых «ин витро» – «под стеклом», в противоположность методам «ин vivo» – «на живом», более дешевы и экспрессны по сравнению с конвенциональными методами работы на животных.

Удобны методы работы с одноклеточными организмами: бактериями, инфузориями; при введении в среду обитания этих организмов токсичного вещества они или замедляют движение (инфузории), или перестают светиться (светящиеся бактерии).

Заслуживает особого внимания метод использования эмбриона яйца с целью определения раздражающего действия веществ. На освобожденный от скорлупы участок яйца – его пленки – наносится испытываемое вещество; при этом аллантоисная пленка реагирует дифференцированно на раздражающее действие различной силы: наблюдается набухание сосудов, покраснение и пр. Этот метод весьма перспективен: он дешев, прост и достаточно надежен.

В настоящее время созданы ряд центров по разработке альтернативных методов, замещающих животных в эксперименте; крупнейшие из них:

- в Великобритании в городе Ноттингем – Фонд замены животных в медицинских экспериментах,
- в Италии в Городе Испра – Европейский центр апробации альтернативных методов,
- в Берлине – Альтернативный центр.

В США имеется Американский фонд против экспериментов на животных, который проводит объединенные международные исследования по созданию альтернативной модели – батареи тестов – с целью заменить важнейший тест на безопасность вещества, называемый ЛД<sub>50</sub>.

В качестве альтернативы современной экспериментальной медицине развиваются представления о *холистической медицине*, которая устраняет необходимость в тестировании лекарств и предлагает подход к оздоровлению человека, основанный не на медикаментозном лечении уже развившихся заболеваний и хирургических вмешательствах. Холистическая медицина, называемая в России *натуропатией* – направляет свои усилия на предотвращение заболеваний, на повышение сопротивляемости организма (которая снижается от приема лекарств), на нормализацию обменных процессов в организме, нарушение которых является причиной многих современных хронических заболеваний: сердечно-сосудистых онкологических, аллергических. Метод холистической медицины – это нормализация режима питания человека (вегетарианское), очищение организма с помощью лечебного голодания, массаж, водолечение, а также прием, в случае необходимости гомеопатических средств, которые не разрушают защитных сил организма, а, наоборот, тренируют их, не имеют побочных эффектов. Гомеопатические лекарства не испытываются на животных.

### **1.4.3. Трансплантация**

Во многих хирургических центрах пересадка органов (почек, сердца, печени) стала обычной операцией. Достижения в этой области хирургии сопровождались появлением такой сложной проблемы, как формирование банка органов для трансплантации. Этический аспект безвозмездного предоставления органов, их приобретения, сохранения *in-vitro* и использования стал важным предметом биоэтики. Эта же проблема получения органов у тяжело раненых и находящихся в коматозном состоянии больных породила целый ряд вопросов, связанных с самим определением смерти, а также проблемы получения осознанного согласия. Возник также и другой риск этического плана: получение органов обманным или даже преступным путем у незащитных людей, а также организация торговли органами. Кроме того, возникает проблема передачи смертельных заболеваний через трансплантируемые органы и ткани.

### **1.4.4. Генетические тесты и предродовая диагностика**

Этот раздел биоэтики появился в 1970-х годах в связи с разработкой способов диагностики состояния плода в утробе матери, определения аномалий и пороков развития, генетических заболеваний.

Генетические тесты включают как внутриутробные, так и пре-симптоматические тесты (пре-симптоматические тесты проводятся у родившегося человека и позволяют выявить наследственные заболевания до проявления их симптомов).

С помощью внутриутробных тестов определяют нарушения хромосом у плода, диагностируют такие тяжелые наследственные заболевания, как синдром Дауна, болезнь Гентингтона, Тея-Сакса и другие. Их этих тестов эхография (УЗИ) является самым безопасным для матери и плода этически приемлемым неинвазивным методом. Амниоцентез повышает риск спонтанного аборта и повреждения плода.

Так как в настоящее время в медицине еще только разрабатываются способы терапевтического или хирургического лечения плода в утробе матери, медики ставят своей задачей лишь поиск возможности абортить зародыш, имеющий пороки развития, на ранней стадии его развития. Отсюда возникает нравственная дилемма для родителей, поскольку для них принятие такого диагноза означает принятие идеи аборта.

#### 1.4.5. Генетические исследования

Биологические исследования в области генетики дали успешные результаты. Структура ДНК была расшифрована Уотсоном и Криком в 1953 году. В 1956 году была установлена взаимосвязь между генетическим кодом и хромосомами. Рестриктивные ферменты открыты Абером в 1965 году. «Энзиматический нож» изобретен в 1972-1973 годах (Смитом и Нэтаном). Таким образом, эпоха генетических манипуляций уже началась со всеми ее возможными положительными результатами (использование бактерий в качестве фабрик человеческого инсулина, или производство человеческого СТН), а также с риском для будущего (евгенизм).

Реализация программы генома к 2003 году должна дать нам достаточно полное представление о карте и строении нашей генетической системы и ее нарушениях. В области профилактики и лечения генетических заболеваний это может дать положительные результаты. Но для страдающих генетическими нарушениями или для лиц, имеющих генетическое предрасположение к таким заболеваниям, как, например, рак молочной железы или рак кожи, лейкемия, сердечно-сосудистые заболевания, нарушения обмена веществ, это может иметь негативные последствия. Работодатели и страховые компании смогут реально пользоваться генетическим скринингом при отборе людей. Развитие генетического скрининга вызывает к жизни вопрос о праве человека на получение (или неполучение) информации. Встает также вопрос о профилактике генетических пороков или заболеваний – что сейчас делается, в основном, при пренатальной диагностике и путем абортирования носителей генетических аномалий.

Сейчас *генотерапия* – это скорее надежда, нежели реальность, потому что трудно найти правильный носитель здоровых генов, которые подлежат внесению в набор хромосом больного, а также потому, что далеко не всегда эффективной бывает экспрессия тех генов, которые уже были успешно внесены в набор хромосом больного. Сегодня мы все еще находимся в ожидании какого-либо успешного решения для профилактики заболеваний клеток путем генотерапии плода.

Споры о роли генетики начались задолго до современного расцвета генной инженерии. Еще в 1970-х годах не только ученое сообщество, но и широкая публика принялись обсуждать вопросы, связанные с противоречивыми перспективами новых биологических технологий.

Основной темой споров была рекомбинантная ДНК, которую называли также химерной ДНК. В лабораторных условиях стало возможным создавать искусственные ДНК, комбинируя между собой гены разных видов и получая такие сочетания, которые бы никогда не встретились в природе. Большинство искусственных ДНК синтезируются в научных целях. Это контролируемые эксперименты, на основе которых ученые стремятся получить новые сведения об изучаемых ими биологических системах. Однако в некоторых случаях исследователям просто любопытно «посмотреть, что получится». Часто получаются ожидаемые результаты, но порой происходит нечто неожиданное.

Поэтому ученые никогда не могут обещать, что полученные ими клетки с рекомбинантными ДНК будут абсолютно безопасными. Именно такая неуверенность и послужила отправной точкой для дискуссий по поводу опасностей современной генетики.

С такой проблемой столкнулись молекулярные биологи, изучавшие в 1970-х годах гены вирусов, вызывающих возникновение рака, и внедрявшие их в бактерии *E. coli*. При этом они руководствовались благими намерениями: изучить функции раковых генов на примере простых биологических систем. Но с помощью данной технологии можно было бы создать и вредные канцерогенные бактерии, заражающие людей. По мере развития технологии ученые все более приходили к мысли об опасном направлении своей работы и задумывались о ее глобальных последствиях. В конце концов 11 известных молекулярных биологов опубликовали открытое письмо в престижных журналах «Nature» и «Science», призвав своих коллег наложить мораторий на определенные виды экспериментов и с



большой осторожностью относиться к остальным опытам. В частности, они предлагали ввести запрет на эксперименты с генами устойчивости к антибиотикам, генами токсинов и генами канцерогенных вирусов; призывали организовать дискуссию на эту тему; просили Национальный институт здоровья США (НИИ) разработать правила и принципы проведения подобных экспериментов.

С 24 по 27 февраля 1975 года ряд известных во всем мире молекулярных биологов собрался в Аси-ломаре, близ города Монтерей в штате Калифорния. На конференции было принято постановление продолжать исследования и заменить мораторий на ряд принципов, которых следует придерживаться при проведении экспериментов с различной степенью риска. Были высказаны следующие предложения:

1. увеличить число уровней безопасности для экспериментов, представляющих высокую степень потенциального риска;

2. использовать ослабленные разновидности генетически измененных микроорганизмов в специальных лабораторных условиях.

23 июня 1976 года Дональд Фредериксон утвердил ряд формальных правил исследований в области рекомбинантной ДНК, придерживаться которых должны были все, кто получает гранты от этого института. В них были определены четыре уровня физической безопасности исследований согласно оцененной степени их риска. Первый уровень – безвредные эксперименты с использованием стандартных биологических технологий. С каждым последующим уровнем количество ограничений и предостережений возрастало настолько, что для экспериментов четвертого уровня подходящих лабораторий не существовало вплоть до 1978 года. Кроме того, три штамма *E. coli* были распределены по трем уровням биологической безопасности.

В Великобритании вопрос о рекомбинантной ДНК был решен иным образом. Правительство учредило Консультативную группу по генетическим манипуляциям (Genetic Manipulation Advisory Group, GMAG), в состав которой вошли политики, ученые и представители профсоюзов. Все предлагаемые эксперименты в области рекомбинантной ДНК должны получить одобрение GMAG, принятое на основе современных данных. Основное отличие от американской практики состоит в отсутствии общественного обсуждения, в объединении в одном органе представителей правительства, частного сектора и ученых и в том, что решение может быть изменено в свете последующих научных открытий. В настоящее время как минимум семь стран Европы учредили комитеты по геной инженерии. Канадский Медицинский исследовательский совет придерживается постановлений Национального института здоровья, но уделяет особое внимание вирусам и клеточным культурам млекопитающих.

#### **1.4.6. Генетическое модифицирование продуктов питания**

В наше время вполне доступной стала технология создания в коммерческих целях *генетически модифицированных организмов*, то есть трансгенных растений и животных с заданными признаками. Многие трансгенные организмы до сих пор содержатся в лабораториях для тестирования, но некоторые уже выпущены на рынок.

Основной проблемой, с которой сталкиваются генетики в работе по перенесению генетического материала является нечитаемость нововстроенных генов. Проще говоря, ген рыбы не будет работать в помидоре до тех пор, пока он не будет снабжен промотором с сигнальным флажком, который бы узнавали сигнальные молекулы и ферменты клеток помидора. Чтобы избежать многих экспериментов и корректировки, большая часть ГИ-растений производится с помощью вирусных промоторов. Как известно, вирусы – очень активные элементы. Они размножаются в живых клетках и, используя их ферментативный аппарат, переключают клетку на синтез зрелых вирусных частиц. Они встраивают свою генетическую информацию в ДНК клетки хозяина (например, человека), размножаются, заражают соседнюю клетку и множатся снова.

Здесь рождается другая проблема: остановить процесс функционирования комбинированного гена абсолютно невозможно. Само растение больше не имеет права голоса в процессе работы нового гена, даже когда это постоянное принудительное производство «нового» продукта и ослабляет и ухудшает его рост и развитие. К тому же довольно часто, без видимых причин, новый ген активно действует только какое-то время, а потом вдруг «замолкает». Предугадать в точности, как поведет себя ген на новом месте, практически невозможно. Связано это с тем, что функции и свойства гена, исследуемого в пробирке, отражают лишь то, за что он отвечает и как ведет себя именно в этой пробирке. Например, лосось, в клетки которого поместили ген гормона роста, не только вырос слишком большого размера и слишком быстро, но и стал зеленым, а также имел проблемы со здоровьем. Эти непредсказуемые побочные эффекты в научной терминологии называются плейотропными (то есть эффекты действия одного и того же гена на разные признаки).

Таким образом, мы не можем быть уверены в том, что генетически модифицированное растение, употребляемое нами в пищу, не станет вдруг производить новые токсины и аллергены или не повысит уровень скрытых токсинов. Сложно с точностью утверждать что-либо о пищевой ценности таких растений и о их воздействии на окружающую среду и дикую природу. Сложно предсказать, как употребление ГМ-продуктов повлияет на организм через некоторое время, так как для этого нужно вести наблюдение за несколькими поколениями людей, потребляющих такие продукты питания.

В настоящее время выведены и уже выращиваются генетически модифицированные сорта кукурузы, картофеля, сои, томатов и других культур. Сторонники применения генной инженерии в сельском хозяйстве уверены: питаясь трансгенной пищей, человек подвергается опасности не большей, чем употребляя обычные продукты. Более того, некоторые ученые, фермеры, государственные чиновники и, конечно же, производители трансгенов убеждены, что без генной инженерии человечеству не обойтись. Основные аргументы в пользу этой технологии таковы:

- Ученые предполагают, что на протяжении следующих 20 лет количество людей на планете увеличится вдвое. Растения, сконструированные при помощи генной инженерии, могут давать более высокие урожаи, чем традиционные культуры. Ведь они искусственно наделены новыми полезными свойствами, например, устойчивость к насекомым-вредителям. Таким образом, возможность повышения урожайности – основной аргумент в пользу того, что выращивание трансгенов – это реальный способ прокормить увеличивающееся население Земли.

- Растения можно модифицировать так, чтобы они содержали больше питательных веществ и витаминов. ГМ-растения можно приспособлять к экстремальным условиям, таким как засуха или холод.

- Использование ГМ-культур позволит менее интенсивно обрабатывать поля пестицидами и гербицидами. Так, встраивание в кукурузу гена земляной бактерии *Bacillus thuringiensis* – природного пестицида – снабжает растение собственной защитой, и обрабатывать его дополнительно не надо.

- Продукты питания, содержащие ГМ-ингредиенты, могут стать полезными для здоровья, если в них встроить вакцины против различных болезней. К примеру уже изобретен салат-латук, который вырабатывает вакцину против гепатиты Б, а также банан с содержанием анальгина.

Однако все эти доводы основаны на утилитарном подходе к использованию ГМ-продуктов. При этом компании, производящие генетически модифицированную продукцию, прикрываются мифом о равноценности пищевых субстанций. Концепция «эквивалентности пищевых субстанций» используется в Европе, Северной Америке и повсюду в мире как основа для системы регулирования. Она была создана специально для облегчения коммерциализации ГМ-пищи. Например, правила ЕС о ГМ-продуктах и ингредиентах используют концепцию равноценности пищевых субстанций. При

тестировании или маркировке ГМ-продукты классифицируются как равноценные обычным, проходят простые, такие же, как и для обычных продуктов, а не усиленные тесты, на основе тезиса, что ГМ-продукты опасны не более всех прочих. Равноценность подразумевает, что оба типа продуктов одинаковы по всем характеристикам, важным для потребителей - безопасности, питательности, внешнему виду.

В настоящее время процедуры тестирования, принятые в Европе, США и всем остальном мире, состоят практически исключительно из специальных химических и биохимических процедур, призванных качественно определить специфическое питательное вещество, токсин или аллерген. Эти тесты фокусируются на компонентах, которые могут повести себя как-либо иначе в каждом конкретном ГМ-продукте и основаны на известных свойствах этих же веществ, проявленных в их не ГМ-аналогах, а также на характеристиках самих по себе генов, привнесенных в ГМ-организм. Такие исследования не могут обнаружить опасность, тающуюся в ГМ-продуктах, так как они могут не выявить неожиданные побочные эффекты.

Учитывая то, что генная инженерия может привнести в продукты ранее неизвестные опасные свойства, каждый ГМ-продукт должен быть подвергнут обследованию, способному выявлять самый широкий спектр возможных опасностей. Но в настоящее время использование концепции эквивалентности позволяет обойти необходимость такого тестирования. Только клинические испытания способны выявить все возможные опасности и непредвиденные побочные эффекты, которые могут таиться в продуктах генноинженерного процесса. Одними же из основных и очевидных опасностей ГМ-продуктов для здоровья человека могут считаться аллергии, токсичность и возникновение устойчивости к антибиотикам. Необходимо также отметить негативное влияние внедрения генетически модифицированных сельскохозяйственных культур на окружающую среду, в частности на биоразнообразие.

#### **1.4.7. Клонирование**

Последнее десятилетие XX века ознаменовалось еще одним важным событием – достигнут огромный прогресс в клонировании животных из соматических клеток.

Особенно большой резонанс у мировой общественности получили исследования шотландских ученых из Рослинского Университета, которым удалось из клетки молочной железы беременной овцы получить генетически точную ее копию. Клонированная овца по кличке Долли нормально развивалась и произвела на свет сначала одного, а затем еще трех нормальных ягнят. Вслед за этим появился ряд новых сообщений о воспроизведении генетических близнецов коров, мышей, коз, свиней из соматических клеток этих животных. У приматов, в частности, у обезьян пока не удалось получить клоны с использованием клеток взрослого организма, плода или даже эмбриональных стволовых клеток.

Тем не менее, работы в этом направлении активно ведутся. В прошлом году появилось сообщение о клональном размножении потомства приматов путем деления зародыша. Американским исследователям удалось получить генетически идентичные эмбрионы обезьяны резус путем деления бластомеров зародыша на стадии деления. Из эмбриона родилась вполне нормальная обезьянка Тетра.

Такой тип клонирования обеспечивает генетически идентичное потомство, и в результате можно получить двойню, тройню и более генетических близнецов. Это позволяет проводить теоретические исследования по эффективности новых методов терапии тех или иных заболеваний, появляется возможность повторять научные эксперименты на абсолютно генетически идентичном материале. Имплантируя зародыши последовательно одной и той же суррогатной самке, можно исследовать влияние ее организма на развитие плода.

Разработанные методы клонирования животных пока еще далеко не совершенны. В процессе экспериментов наблюдается высокая смертность плодов и новорожденных. Еще не ясны многие теоретические вопросы клонирования животных из отдельной соматической клетки.

Тем не менее, успех, достигнутый в клонировании овцы и обезьян, показал теоретическую возможность создания генетических копий также человека из отдельной клетки, взятой из какого-либо его органа. Многие ученые с энтузиазмом восприняли идею клонирования человека. Например «отец» первого ребенка из пробирки Эдвардс заявил, что этот метод можно будет применять для получения запасных органов, которые можно будет использовать для лечения больных. Многие другие ученые, в том числе лауреаты Нобелевских премий, также поддерживают идею создания генетических копий человека. Опрос общественного мнения в США показал, что 7 % американцев готовы подвергнуться клонированию. Вместе с тем, большинство ученых и многие политики высказываются против создания клонов человека. И их возражения и опасения вполне оправданы.

### **1.5. Принципы и требования этичного отношения к животным, социальные проблемы экологии и охраны природы**

*Содержание лекции.*

1.5.1. Проблемы животноводства.

1.5.2. Альтернатива животноводству.

1.5.3. Животные и развлечения.

1.5.4. Дикие животные. Проблемы экологии и биоэтика.

#### **1.5.1. Проблемы животноводства**

Животноводство является одной из самых сложных нравственных проблем человечества. С одной стороны, оно составляет основу общепринятого способа питания, которого человечество придерживается в течение ряда тысячелетий, и сама продолжительность этого срока в значительной степени освящает эту традицию, заставляет ее казаться незыблемой. С другой стороны, животноводство ставит перед человечеством неразрешимые задачи нравственного порядка. Для сельского населения, занятого практической стороной жизни, животноводство создает тяжелые противоречия эмоционального характера: продуктивных животных выращивают, за ними ухаживают, между ними и человеком невольно образуются эмоциональные узы. После этого люди убивают животных, доверяющих им до последней минуты.

Человечество не всегда питалось мясом. И даже после того, как люди стали использовать мясо в пищу, в разные эпохи и в разных странах по-разному относились к необходимости в нем и потребляли разные его количества. Такая страна, как Япония всегда очень мало потребляла мяса — и не только по религиозным соображениям; в основном, растительной пищей питались бедные слои населения многих стран — Китая, России. Но в странах Западной Европы, Америки, в Монголии — мяса потреблялось в последние столетия много. Количество мяса, съедаемого привилегированными классами в Европе как в античности, так и в средние века, по-видимому, диктовалось не потребностью, а идеологией. Мясная пища как бы символизировала победу человека над «миром животных», а также превосходство и богатство хозяина дома. Таким образом, питание мясом стало показателем социального положения.

В настоящее время средний британец съедает за год мяса более веса своего тела. За свою жизнь он успевает съесть 7-8 коров, 26 овец, 36 свиней, 750 кур (или других птиц) и несколько десятков кроликов, а также другой дичи.

Выращивание животных в пищу критикуется современными этистами и с нравственных позиций, и с точки зрения вреда мясной пищи для здоровья. Вызывает

осуждение не только сам факт лишения жизни животных: скота, птицы, но и те жестокости, которые допускаются в период содержания скота при системе интенсивного выращивания.

В ряде стран скот подвергается дополнительным мучениям при клеймлении раскаленным железом, при кастрации, которая в Великобритании проводится под обезболиванием, а в других странах, например, в США, в России – без обезбоживания.

Умерщвление животных на бойне также весьма жестоко. Оглушение скота электротоком, само по себе очень болезненное, создает видимость обезбоживания; в действительности, чувствительность восстанавливается у животного после оглушения очень быстро, а парализация некоторое время сохраняется. Таким образом, разделка животного на бойне может начинаться, когда оно еще живое.

Жестоко умерщвляется птица на птицефабриках, без обезбоживания. Что касается рыбы, то запатентованы способы разделки рыбы без какого-либо оглушения. Извлечение икры из осетровых рыб традиционно проводится без ее оглушения.

Опрос общественного мнения в европейских странах показал, что 20 % населения заявила, что биотехнологические исследования на животных (сельскохозяйственных) безнравственны; такого же рода опрос в Японии дал другие результаты: 67 % населения высказались против исследований, которые приводят к новым формам растений и животных. Опрос, проведенный в США в 1985 году, показал, что 34 % граждан желали бы запретить создание новых форм растений или животных.

### 1.5.2. Альтернатива животноводству

Философы и мыслители всех эпох, возражавшие против употребления животных в пищу, аргументировали свои возражения, как правило, с этических позиций. Однако, и в древности существовали концепции здорового образа жизни, которые выдвигали *вегетарианство* – отказ от потребления любых убойных продуктов (мяса, рыбы, птицы) – как одно из важнейших условий оздоровления. Такой была индийская система духовного и физического оздоровления *йога*. Согласно учению йоги, страдания животного в момент его смерти делают его мясо опасным для здоровья человека.

Но развернутая концепция несовместимости здорового образа жизни с потреблением мяса была дана только в XX веке. Еще одним аргументом против животноводства стала экологическая ситуация на планете, вызванная расширением пастбищных площадей, а также соображения экономического характера. Таким образом, можно указать на следующие *причины, заставляющие людей переходить на вегетарианское питание*: этические и религиозные мотивы, стремление сохранить здоровье, а также экологические и экономические соображения.

Среди великих вегетарианцев древности следует назвать Будду, Пифагора, Плутарха. Эпоха Возрождения дала таких известных вегетарианцев, как Леонардо да Винчи. В XIX веке жил замечательный поборник вегетарианства поэт Перси Биш Шелли; вегетарианцами были Бернард Шоу и Лев Толстой; всю жизнь был вегетарианцем академик А. Н. Несмеянов, работавший над проблемой искусственного мяса.

Научные возражения против питания мясной пищей были серьезно аргументированы только в XX веке, когда были предприняты специальные исследования влияния вегетарианских и смешанных рационов питания на организм. Человек генетически не приспособлен к питанию мясной пищей. Доказательством этого служат биологические особенности человека: строение зубов человека одинаково со строением зубов растительоядного животного, а не хищника, кишечник человека длиннее, чем у хищников, температура крови ниже, чем у хищников, например, у собаки, что очень важно; при более низкой температуре мясо не усваивается в достаточной степени в кишечнике человека, как это происходит у хищника. Отсутствие когтей и клыков исключает для человека возможность добывать себе пищу, убивая животных. А

необходимость готовить пищу на огне лишь подтверждает неспособность человека легко разжевывать мясную; пищу.

В современном мире насчитывается около 1 млрд. сторонников вегетарианского питания. На первом месте по активности вегетарианского движения стоит Великобритания, за ней – США, Германия, скандинавские страны.

Уже давно замечено, что люди, использующие преимущественно растительную пищу, не страдают нарушениями артериального давления.

Высокое содержание холестерина статистически согласуется с ростом сердечно-сосудистых заболеваний. Образованию высокого уровня холестерина в крови способствует потребление таких продуктов, как яичные желтки и субпродукты (печень, почки, мозги), говядина, баранина, свинина и мясные полуфабрикаты. Совершенно не содержат холестерина растительные продукты.

### 1.5.3. Животные и развлечения

Рыболовство считается мирным, идиллическим спортом, а рыболовы рассматриваются как любящие природу личности. Но не требуется особых знаний по биологии, чтобы понимать, что рыба ощущает боль так же, как и человек, потому что имеет высоко организованную нервную систему; она обладает инстинктом самосохранения и, как все живые существа, испытывает ужас смерти. Ее смерть очень жестока: от медленного удушья, с разорванными внутренностями или губой.

Охота сопровождается более острыми ощущениями, чем рыболовство. Охотники воспевают агрессивность, переживаемую во время охоты, восторг преследования врага с оружием в руках и с жадной охотой убить его, называя это восторгом борьбы не на жизнь, а на смерть.

В доисторической Европе добыча пищи и защита от хищников были важным и опасным делом. Действительно требовалось мужество от мужчин каменного века, чтобы напасть на мамонта со своими примитивными копьями и защищать свои семьи от саблезубого тигра; однако, постепенно, по мере того, как природа завоевывалась и пища стала выращиваться, необходимость в охоте и покорении природы стала отпадать. Тем не менее, мужчины не хотели лишаться себя удовольствия, которое они получали от проявления своей мужественности таким путем.

В Великобритании особую популярность приобрела охота на лис, хотя она не преследовала экономических целей: как жаловались фермеры, собаки приносили больший урон их хозяйству, чем лисы. Уничтожение дичи в результате охоты привело к необходимости создания парков как места для охоты.

Другой пример такого спорта, практиковавшегося в Австралии до самого недавнего времени — охота на кенгуру. Беззащитное животное убивали сотнями ради удовольствия убить. Охота обычно проводилась ночью, животных слепили прожектором, чтобы они не могли убежать, затем подходили к кенгуру, брали его за голову и перерезали горло.

Охота в заповедниках в нашей стране обеспечивала такого же рода удовольствие охотникам, которые сидели на низкой вышке, метра два над землей, и их дичь – прикормленные кабаны – паслись у них под ногами.

В XIX веке стала модной охота на крупную дичь. Как следствие этого увлечения были в значительной степени уничтожены животные Африки: слоны, носороги, львы, леопарды. В этом же веке вошло в моду украшение дома трофеями охоты: шкурами, рогами, головами и целыми чучелами убитых животных. Эта мода способствовала уничтожению диких животных с еще большим азартом.

Ссылки охотников на радость общения с природой во время охоты, на то, что охота – только повод, чтобы побывать в лесу, звучат не слишком убедительно. Такая форма общения с природой, с дикими животными, как фотоохота, т. е. съемка животных в

естественных условиях, не завоевала себе такой популярности, как сама охота. Хотя фотоохота содержит в себе и элементы романтики: выслеживание зверя, ожидание его в лесной чаще, умение подловить мгновение, хотя она тоже приносит «трофеи» – фотографии животных.

Содержание животных в цирках и зоопарках тоже не слишком приветствуется с этической точки зрения. Цирк с животными все более становится пережитком прошлого, когда народ ходил смотреть медведей на ярмарках. В цивилизованных странах цирк с животными начинают считать примитивным и жестоким развлечением. В Великобритании в большей части графств (округов) использование животных в цирке запрещено.

#### **1.5.4. Дикие животные. Проблемы экологии и биоэтика**

Когда говорят об окружающей среде, диких животных традиционно относят к компоненту этой среды; дикая фауна именуется в официальных документах природными ресурсами. Но дикие животные – такие же чувствующие существа, как и более знакомые нам домашние животные; дикие животные имеют такие же потребности, как домашние животные, как человек, и такое же право их удовлетворять. В соответствии с принципами биоэтики, их жизнь так же драгоценна и так же должна быть защищена, как и других компонентов «БИОСа» – всего живого на земле.

Д-р Майкл Фокс рассматривает вопрос самостоятельной ценности животного и указывает, что дикие животные могут иметь не только внутреннюю ценность, но и внешнюю ценность – для других, для окружающего мира. Фокс считает неправильным определять ценность животного в зависимости от сложности его организации – даже низко организованные животные ценны для себя так же, как высоко организованные, и вносят столь же значительный, а иногда и более значительный вклад в биотическое сообщество по сравнению с ними. Ценность каждого существа заключается также в том, что оно вступает в определенные отношения с каждым живым существом своего окружения.

Этика, трактуемая с биоцентрических позиций, включает благоговение перед жизнью в целом. Это уважение и забота о благополучии и об окончательном самовыражении всех чувствующих существ. Таким образом, каждое живое существо важно ради него самого; другими словами, оно имеет собственную ценность.

Действия человека в дикой природе на протяжении всей истории человечества не учитывали ни в какой степени биоэтические принципы, и именно катастрофические результаты истребления им флоры и фауны планеты показали несостоятельность принципов отношения человека к дикой природе. Тот факт, что многие виды животных на земле уже никогда не будут существовать, заставил людей осознать, что животные дороги им не просто потому, что они полезны, но они драгоценны сами по себе.

Первым пострадал континент Евразии: сведение лесов и охота привели к исчезновению ряда видов диких животных. Ранее других животных в Европе исчез тур – последний представитель этого вида умер в начале XVII века в Польше. Исчез и зубр, последние экземпляры которого – в количестве нескольких сотен животных – сохраняются в заповедниках.

Еще в первом веке нашей эры в Европе был уничтожен лев. Резко сократилась численность медведей и волков, места обитания которых сильно уменьшились.

В Европе исчезли крупные птицы, в частности, европейский ибис; такие же виды птиц, как орлы, грифы, стали редким явлением.

В Северной Америке, после того как началось вторжение европейцев, уничтожение животных носило стремительный характер и происходило в невиданных масштабах. Если изменение природной среды в Европе протекало веками, то в Северной Америке разрушительные процессы заняли лишь 200 лет. Хищническое разграбление природных

богатств в этой части земного шара явилось беспрецедентным процессом во всей истории человеческой цивилизации. Причиной уничтожения животных на этой территории так же, как и в Европе, явилось сведение лесов и интенсивная охота. Более других известна история исчезновения странствующего голубя, который жил огромными колониями — до миллиардов особей в каждой — в восточных районах Америки. Эту мигрирующую птицу европейцы стреляли во время перелетов стай, доставали птенцов голубя из гнезд, срубая деревья. К XIX веку эта птица была практически уничтожена. Последний экземпляр странствующего голубя погиб в неволе в 1914 году.

Другими исчезнувшими птицами в США были каролинский попугай, белоклювый дятел, степной тетерев и др.

Среди морских птиц, уничтоженных человеком в Северной Америке, следует упомянуть бескрылую гагарку, жившую на побережье северной части Атлантического океана. Несмотря на значительную территорию, на которой обитала эта птица, она была уничтожена.

Трагична судьба и млекопитающих Северной Америки: известна история уничтожения американского бизона, миллионные стада которого паслись на равнинах к моменту появления европейцев в Америке. Бизонов стреляли ради шкур, ради развлечения, для того, чтобы обречь на голод индейцев, в результате чего бизоны были поголовно истреблены.

Были почти уничтожены такие животные, как олень вапити, тундровый северный олень, вилорогая антилопа, медведь гризли.

Другими континентами, фауна которых значительно пострадала от рук человека, были Африка и Австралия.

Истребление животных в Африке началось после заселения южной части континента голландцами. Первым исчезнувшим видом животных была голубая лошадиная антилопа; исчезла также зебра квагга, последнюю буры истребляли намеренно.

Из животных, заселявших другие части континента, пострадала слоны, обитавшие повсеместно южнее Сахары; они стали жертвой бизнеса по добыче слоновой кости. О спросе на бивни слонов можно судить по такой цифре: с 1860 одна Англия получала ежегодно по 550 тысяч тонн слоновой кости.

Мода на шкуры животных, на охоту на диких животных усилила процесс уничтожения крупных животных Африки: носорога, льва, бегемота, жирафа.

Особенность трагедии диких животных Австралии заключается в том, что сумчатые животные на этом континенте не выдерживали конкуренции с животными, завезенными из Европы. В результате этого большая часть многочисленных еще в прошлом веке сумчатых животных вымерла. Почти полностью истреблен сумчатый волк, сумчатые крысы. Находятся под угрозой исчезновения кенгуру и сумчатый медведь коала, которых уничтожают ради их меха. Истреблены такие птицы Австралии, как черный эму, австралийские земляные попугаи.

Несколько меньший ущерб человек нанес животным Южной Америки и Азии, однако и на этих территориях ряд видов животных находится под угрозой исчезновения. В Южной Америке это грызун шиншилла, которого в диком состоянии истребили полностью из-за его красивого меха; теперь шиншилла сохранилась только в неволе. Резко сократилось и местами исчезло поголовье черепах на Галапагосских островах; по мнению специалистов, со времени открытия островов уничтожено около 10 млн. этих животных.

Исчезающими видами животных в Азии являются носороги, в Индии и Индокитае, на Суматре; уменьшается поголовье слонов и львов, истреблен индийский гепард.

Жестокость человека по отношению к диким животным заключается не только в том, что он ставит под угрозу само их существование — крайне негуманны методы, с помощью которых человек «добывает» диких животных.

Наиболее жестокой формой уничтожения животных является ловля сухопутных животных капканами. В XX веке борьба против жестоко: обращения с животными



приняла значительные масштабы, и 80-х гг. общественность Европы и Америки выступила с протестом против применения капканов.

Другая кампания, принявшая мировые масштабы, была направлена на защиту новорожденных котиков, называемых бельками, которых в период лова избивали в огромном количестве в Канаде и в России. В качестве метода забоя традиционно применялись удары дубинкой по носу детеныша. Участникам кампании удалось добиться запрещения этого вида добычи пушнины за рубежом.

Так, для одной шубы необходимо: 60-80 соболей, 16-20 бобров, 10-24 лисицы, 100-400 белок, 3-5 волков.

В результате этой кампании против ношения мехов спрос на натуральные меха за рубежом упал. В Швейцарии, например цены на меховые изделия снизились на 75 %, а в Нидерландах – даже на 90 %. Вдвое упал объем закупок меха в России.

## **1.6. Воспитание и образование и проблемы биоэтики**

### *Содержание лекции*

1.6.1. Образование в области этики.

1.6.2. Экологическое сознание.

1.6.3. Воспитание этичного отношения к животным как часть нравственного воспитания ребенка.

### **1.6.1. Образование в области этики**

Согласно плану действий, предложенному Всемирной конференцией по науке, состоявшейся в Будапеште в 1999 г., вопросы этики и ответственности науки должны быть интегральной частью образования и подготовки всех научных сотрудников и необходимо стимулировать со стороны ученых уважение и приверженность основным этическим принципам и ответственности науки. В 2003 г. Всемирная комиссия ЮНЕСКО по этике научного знания и технологии (КОМЕСТ) опубликовала доклад по обучению в сфере этики. Доклад включает обзор существующих программ, анализ их структуры и содержания, а также подробный пример учебной программы, позволяющей интегрировать преподавание этики, истории, философии и культурного влияния науки в образование ученых. Этот доклад стал основой Этической образовательной программы ЮНЕСКО, которая начала действовать в 2004 г.

Обучение этике существенно различается в разных регионах и странах. Особого внимания требуют те моральные проблемы, которые специфичны для соответствующих регионов. В качестве первого шага производится сбор данных об этическом образовании. Для того, чтобы создать базу данных по программам этического образования, были разработаны стандартизированные формы описания образовательных программ с тем, чтобы могла быть выявлена суть каждой программы и разные программы могли бы быть проанализированы и сравнены между собой. В рамках некоторой группы стран определяется круг экспертов, которые реально преподают в университетах. Экспертов приглашают принять участие в региональной встрече; перед этим им предлагается предоставить данные об их программах и заполнить специальные формы с тем, чтобы их можно было обсудить в ходе встречи. Очень часто оказывается, что в этот момент эксперты впервые узнают о программах, по которым преподают их коллеги. В ходе встречи могут быть прояснены все данные, выявлены сложности, обсуждены с коллегами имеющиеся проблемы. После того, как эмпирические данные собраны и проанализированы, может быть предпринят следующий шаг: изучение того, что может быть необходимым в будущем и как ЮНЕСКО может содействовать обучению этике. До сегодняшнего дня такие экспертные встречи были организованы в Будапеште (октябрь 2004 г.), Москве (январь 2005 г.), Сплите (ноябрь 2005 г.), Мускате (ноябрь 2006 г.),

Стамбуле (март 2007 г.), Марракеше (июнь 2008 г.), Абиджане (декабрь 2008 г.), Дакаре (март 2009 г.), и Киншасе (июнь 2009 г.).

Около 200 образовательных программ были одобрены и внесены в базу данных Глобальной этической обсерватории. На 2009 г. запланированы встречи в южной части Африки. Как выяснилось, распространенной проблемой является уязвимость этических образовательных программ. Часто бывает, что программа преподается преподавателями, полными энтузиазма, но при этом не имеется ни прочной институциональной основы, ни систематических усилий по подготовке нового поколения преподавателей этики. Для разрешения этих проблем ЮНЕСКО и кафедрой биоэтики ЮНЕСКО в Хайфе (Израиль) был разработан обучающий курс для преподавателей этики. Такой курс уже проводился в Бухаресте (Румыния, ноябрь 2006 г.), в Университете Эгертона (Кения, июль 2007 г.), в Братиславе (Словацкая республика, сентябрь 2007 г.), в Эр-Рияде (Саудовская Аравия, ноябрь 2007 г.), и в Минске (Беларусь, ноябрь 2008 г.).

### 1.6.2. Экологическое сознание

В настоящее время ведущими мировоззренческими идеями, вытекающими из современной экологической картины мира, становятся:

- признание целостности, единства мира, человека как органичной части биосферы и космоса;
- ответственность человека, его разума и интеллекта за выполнение интегративной биосферной функции;
- диалог природы и человека, неконфронтационное взаимодействие между людьми, человеком и природой;
- гуманизм в контексте экологической культуры как признание приоритета природных факторов человеческого бытия перед социальными;
- коэволюция как оптимизация взаимодействия развивающегося общества и изменяемой им природы;
- признание самоценности природы, более высокого уровня самоорганизации природных систем по сравнению с социальными.

Философской основой формирования новой, экологической картины мира становятся сегодня идеи в области эволюции и функций познавательных моделей. Сущностью современной познавательной модели признается *идея самоорганизации*, модель познания все чаще называется энергетической. Возросшая ограниченность детерминистских законов означает, что мы отходим от замкнутой Вселенной, в которой все задано, к Вселенной открытой флуктуациям, способной рождать новое. Новая модель познания трансформируется в модель самоорганизации и становится объяснительной схемой научного знания и всего мировоззрения конца XX – начала XXI века. Появляется возможность понять взаимоотношение человека с природой как диалог, и одновременно как восполнение биосферы ноосферой, надеждой на выполнение человеком биосферной функции.

Отражение экосоциального бытия в общественном сознании стало основанием для выделения *экологического сознания как ведущего структурного компонента экологической культуры*.

Все многообразие аспектов экологического сознания можно разделить на две группы, составляющие единое целое. Первая – осознание материального мира, отношений между его системами, вторая – определение места и функции человека в этих связях материального мира.

Нарушение человеком экологического равновесия, навязывание природе чуждых ей отношений главенства, приоритета требуют формирования в экологическом сознании позиции о праве человека на такие взаимодействия. Человек должен осознать себя как одну из природных систем и определить свое место в общей системе отношений. Как

показывает практика, антропоцентризм экологического сознания, с одной стороны, обусловил активный поиск места человека в мире природы, с другой – привел к ряду катастрофических ошибок.

Экологическое сознание в целом наиболее адекватно может быть охарактеризовано по трем параметрам.

1. Психологическая «противопоставленность – включенность». Человек мыслится как стоящий вне и над природой или же как составная часть Природы.

2. «Объектное – субъектное» восприятие природы. Человек воспринимает природу как лишенный всякой самооценности *объект воздействия* или же как равноправный *субъект взаимодействия*.

3. «Прагматический – непрагматический» характер взаимодействия. Взаимодействие с природой служит для удовлетворения только прагматических (пищевых, технологических и т.п.) потребностей человека, когда она воспринимается лишь как материальная ценность, или также для удовлетворения его непрагматических, духовных потребностей, когда такое взаимодействие становится самоценным.

Подчеркивая связь экологической ситуации с характером антропогенного воздействия и его последствиями, а также роль прогнозных элементов, экологическое сознание можно определить как *знание и понимание человеком своих возможностей воздействия на природу, определение целей такого воздействия, оценку вариантов предполагаемого поведения в экосреде, учет последствий поведения и познание самого себя как одной из подсистем экосистемы*.

Современное индивидуальное экологическое сознание во многом зависит от особенностей общественных отношений, социальных установок. Это позволяет рассматривать экологическое сознание как отражение в сознании процессов взаимодействия между человеком как организмом и человеком как личностью, с одной стороны, и обществом и окружающим миром – с другой, в тех аспектах биологической и социальной жизни, которые обусловлены природными факторами.

В экосознании всегда присутствует прагматический компонент, предусматривающий проведение не только ответных, но и «инициативных» действий по отношению к природе.

*С этих позиций экологическое сознание можно рассматривать как очень сложную, саморегулирующуюся (изменяющую цели, средства, методы, функции) систему, способную стабилизировать и развивать взаимоотношения с природой, возникающие в процессе удовлетворения человеком своих потребностей.*

Экологическое сознание направлено не только на человека, но и на окружающую среду. Это вторая сторона направленности сознания заключается в формировании регулятивных (политических, экономических, правовых, прагматических), познавательных (когнитивных, эстетических, этических) функций человека в экосистеме.

*Таким образом, экологическое сознание представляет единство понимания окружающей среды и места, функций человека в ней.*

Интегрируя все вышесказанное, можно заключить, что *экологическое сознание* – это система этических, когнитивных, эстетических, прагматических отношений человека с природой и самим собой.

### **1.6.3. Воспитание этического отношения к животным как часть нравственного воспитания ребенка**

Задача нравственного воспитания – формирование этического человека. Нравственное воспитание, в первую очередь, должно иметь задачей формирование у ребенка доброты, милосердия, способности к состраданию. Практически это сводится к созданию ситуаций, когда ребенок выступает в роли лица, совершающего акт милосердия, когда он получает удовлетворение от того, что кому-то реально помог. Для маленького

ребенка таким слабейшим, нуждающимся в его добром поступке, может быть только животное.

В отличие от взрослого, для ребенка контакты с животным гораздо более важны, потому что из уровни восприятия мира сближены, поведение тех и других носит также черты сходства; кроме того, ребенок живо познает мир и для него представляют интерес даже такие просто устроенные существа, как насекомые и другие беспозвоночные.

Ребенок легче эмпатирует, то есть смотрит на мир глазами другого существа, и ему легче поэтому сопереживать с другим существом. Известно, что дети более отзывчивы в отношении животных, более обостренно переживают то, что происходит с ними. Для детей жестокий поступок по отношению к животному воспринимается как тяжелая драма; жестокость родителей к животным иногда служит причиной отчуждения ребенка от родителей, неприязни к ним.

### **1.7. Общественное движение в защиту животных. Этические комитеты и общества по охране природы**

#### *Содержание лекции*

1.7.1. История возникновения движения.

1.7.2. Этические комитеты и общества по охране природы. Основные направления работы обществ.

1.7.3. Законодательство по защите животных.

#### **1.7.1. История возникновения движения**

Началом борьбы за защиту животных от жестокости следует считать время, когда были организованы для этой цели общества и стало создаваться законодательство в защиту животных.

##### *Великобритания.*

Общественные организации по защите животных от жестокости возникли впервые в Великобритании. Первым было создано Общество по предотвращению жестокости к животным в 1824 году в Лондоне.

Английская королева Виктория, царствовавшая почти весь XIX век, была большим любителем животных; она покровительствовала Обществу по предотвращению жестокости к животным, в честь нее оно получило название королевского. Королева Виктория смогла поднять общественный престиж Общества, что было чрезвычайно важно для его успешной работы, для преодоления пренебрежительного отношения к вопросам защиты животных со стороны общественности. Некоторые члены Общества принадлежали к английской аристократии, и это тоже укрепляло статус Общества.

Но огромный успех в деле защиты животных был достигнут членом английского парламента Ричардом Мартином и его сподвижником лордом-канцлером Томасом Эрскиным, который был дружен с экофилософом Джереми Бентамом. Эти два человека впервые в истории добились принятия законодательства против жестокостей к животным в 1822 году.

В эпоху Мартина травля животных продолжала считаться узаконенным развлечением. Прошло лишь несколько десятилетий с тех пор, когда рекламировались такие зрелища: «бык, украшенный зажженными огнями, кошка, привязанная к хвосту быка». Главным вопросом в законодательстве Мартина была травля животных, хотя; это была не единственная форма жестокости того времени.

Провести законодательство в защиту животных через Парламент было нелегко: в течение нескольких лет Парламент отвергал предложенный Мартином и Эрскиным закон (Биль). Наконец, согласие королевы было получено, и обе палаты Парламента приняли Биль. Он назывался «Акт по предотвращению жестокого и недостойного обращения со

скотом». В течение последующих лет Мартин пытался провести другие Били, которые позволили бы запретить травлю быков, бои собак, вивисекцию, улучшить состояние боен, а также защищать собак и кошек, которые не были включены в Акт, но ему так и не удалось провести эти проекты через Парламент. После 1824 г. общества защиты животных начали создаваться в разных странах Европы: в Скандинавских странах, в Германии, Швейцарии и других.

#### *США.*

Американское общество по предотвращению жестокости к животным было создано в 1856 году, его основателем стал богатый нью-йоркский житель Генри Берг. В течение 70-х годов Берг пытался провести законодательство против вивисекции, но безуспешно. Борьба против вивисекции продолжалась и позднее. Американские выдающиеся медики высказывали сожаление по поводу того, что вивисекция лишает обучающихся-медиков естественного чувства человечности, сострадания.

В 1877 году американские общества по защите животных объединились и образовали Американскую гуманную ассоциацию; одна из ее задач была облегчить судьбу скота, который перевозили на бойни через всю страну в недопустимых условиях: тысячи животных гибли по дороге, потому что их часто не кормили и не поили.

#### *Международное общество защиты животных.*

В начале XX века движение в защиту животных распространилось на страны английской империи; были созданы общества по защите животных, в первую очередь домашних, в Индии, Африке, Австралии, Канаде. Движение дошло и до Японии, которая поддерживала тесные контакты с англоязычными странами. Английские защитники животных образовали в Италии совместное англо-итальянское общество защиты животных; с помощью английских денег Фонд защиты животных был организован и в Греции.

После того, как общества по защите животных возникли на всех континентах, логически встал вопрос о создании международной организации. С инициативой создания такого международного органа выступило Королевское общество по предотвращению жестокости к животным в Великобритании, и в 1959 году был создан еще один орган - Международное общество защиты животных, которое организовали совместно Королевское общество (Великобритания) и Массачусетское общество по предотвращению жестокости к животным (США). Международное общество создало систему инспекторов, которые вели работу в разных уголках земного шара, помогая животным, проводя воспитательную работу в странах Третьего мира.

### **1.7.2. Этические комитеты и общества по охране природы. Основные направления работы обществ**

С начала движения в защиту животных от жестокого обращения сформировался тип общества, который англичане называли «*animal welfare*», т. е. *общество – за благополучие животного*. Это традиционный тип общества по защите животных; этической основой деятельности этих обществ являются – как это подчеркивается обществами – доброта человека, стремление его покровительствовать животным. Центральное место в деятельности такого типа обществ занимает забота о домашних животных – собаках, кошках, помощь бездомным домашним животным.

Второй тип общественных организаций возник недавно – во второй половине XX столетия, после того, как была сформулирована концепция Прав животных. Сторонники обществ этого типа считают, что у человека есть долг по отношению к животным, а животные имеют право на существование и на защиту от страданий.

Если члены обществ первого типа считают допустимым отдельные виды эксплуатации животных, например, умерщвление и использование в пищу

сельскохозяйственных животных, то сторонники Прав животных более последовательны в своей решимости не убивать животных и не вредить им, в частности, они вегетарианцы. В настоящее время наблюдается все больший переход обществ традиционного типа на позиции обществ Прав животных: в программах работы первых, в их выступлениях в печати все больше затрагиваются вопросы благополучия всех видов животных, круг вопросов защиты животных расширяется.

Сейчас в мире существует огромное число обществ по защите животных, среди них имеются международные, национальные организации, городские. Наиболее известны из них следующие.

*Всемирное общество защиты животных*, имеющее два отделения – в Восточном полушарии и в Западном полушарии, насчитывающее 300 обществ-членов в 69 странах, расположенных на всех континентах. По направлению работы Всемирное общество занимает промежуточное положение между позицией обществ «благополучия животных» и обществ Прав животных, но больше склоняется к концепции Прав животных. Общество проводит акции по спасению отдельных видов животных в мировых масштабах, акции по оказанию помощи животным в различных регионах мира в случае природных катастроф, национальных бедствий (война). Большое внимание уделяется Обществом программам гуманизации законодательства, гуманизации образования, сокращения числа бездомных животных с помощью стерилизации. Центры Всемирного общества находятся в Лондоне и в Бостоне, США.

Второе весьма влиятельное общество – *Королевское общество по предотвращению жестокости к животным*, первое общество по защите животных в Великобритании и в мире. Королевское общество – традиционного типа. Оно уделяет значительное внимание в своей деятельности домашним животным, однако, все больше включает в свою работу защиту других животных, вопросы гуманного образования и воспитания.

Еще одна организация в Великобритании – *«Сострадание в сельском хозяйстве»* – ведет работу по защите сельскохозяйственных животных, в основном путем пропаганды вегетарианства, предания гласности фактов жестокого обращения с сельскохозяйственными животными.

Среди других известных организаций в Великобритании можно упомянуть «Британские врачи против вивисекции», «Животные в неволе», защищающая животных цирка и зоопарка.

В США приобрела известность организация *«Люди за этическое отношение к животным» (PETA)*, которая является организацией за Права животных и выбрала в качестве основной формы борьбы использование средств массовой информации.

Менее разрекламированы, но эффективно работают Американский фонд замены животных в эксперименте и общество «Красота без жестокости»; последнее организует рекламу производства товаров – косметики, гигиенических товаров, парфюмерии – без животных ингредиентов и не испытанных на животных. Другими известными в США обществами являются Американское гуманное общество, Американское общество против вивисекции.

В Европе работает общественная студенческая организация *Euroniche*, выступающая против проведения болезненных экспериментов на животных в учебном процессе и за право обучающихся получать биомедицинское и ветеринарное образование без насилия над животными. Это движение получило значительную поддержку, когда в 1993 г. парламент Италии принял закон, согласно которому учебные заведения биомедицинского профиля обязаны обеспечить возможность желающим учиться по индивидуальным альтернативным программам, исключая эксперименты на животных. Аналогичные документы рассматриваются парламентами и других стран.

Активно действует во все мире *Движение за освобождение животных*, возникшее в 1970-1990 гг. в результате распространения идей экологической этики, и прежде всего идей прав животных, которые пропагандировали в своих работах австралийский

экофилософ Питер Сингер, американский – Том Риган и английский экотеолог Эндру Линзи. Сейчас в этом движении насчитывается несколько миллионов человек и сотни радикальных организаций, таких как «Фронт освобождения животных», «Бригады милосердия», «Истинные друзья», «Милиция прав животных», «Коалиция защиты животных в шоу-бизнесе» и другие. Активисты движения не просто против жестокости в отношении животных, не только за их благополучие, прежде всего они выступают за права животных, как диких, так и домашних и сельскохозяйственных. Для этого они совершают взломы лабораторий, публичный выпуск на волю лабораторных животных, публикации шокирующих фотографий и видео о состоянии и содержании лабораторных животных.

Как можно видеть, Великобритания и США лидируют по числу обществ защиты животных и масштабам их деятельности. Но общества по защите животных имеются и в других странах, это национальные общества, большинство из них - члены Всемирного общества.

Большинство обществ по защите животных в России представляли собой общества традиционного типа. Первой организацией по защите Прав животных стал *Центр этичного отношения к животным* в Москве. Центр является членом Всемирного общества защиты животных, проводит работу, скоординированную с программой Всемирного общества и некоторых других зарубежных организаций по защите Прав животных. Идея защиты Прав животных стала постепенно привлекать внимание обществ страны: некоторые общества – екатеринбургское, нижегородское – сочли необходимым перестроить свою работу в соответствии с концепцией Прав животных.

Центр этичного отношения к животным поддерживает связи с организациями по защите животных, оказывает им методическую помощь. Основные направления работы Центра: гуманизация образования, законодательства, замена животных в эксперименте, защита пушных животных, сельскохозяйственных животных (пропаганда вегетарианства), решение проблемы бездомных животных с помощью биостерилизации.

### **1.7.3. Законодательство по защите животных**

Первые законодательные акты, защищающие животных от жестокости, появились в Европе в начале прошлого века. Первый закон был принят в Великобритании в 1822 г. Его принятия добились два человека: член английского парламента Ричард Мартин, лорд Клэр, и лорд-канцлер Томас Эрскин. В течение нескольких лет парламент отвергал биль, предложенный Мартиным и Эрскиным. После того, как был принят первый закон, получивший название Акта Мартина, последнему больше не удалось провести в парламенте ни одного закона в защиту животных, несмотря на все его усилия. Последующие законы - были приняты уже после смерти Мартина. Наиболее важным был Акт от 1911 года, который подтвердил предыдущие законы и выступил в защиту всех видов животных (птиц, зверей, пресмыкающихся, рыб).

Вскоре после Великобритании законодательство по защите животных было принято в других европейских странах; с 1833 по 1840 гг. такие законы были приняты германскими государствами; в 50-х гг., вслед за Германией и Швейцарией, аналогичные законы были приняты в скандинавских странах. Законодательство по защите животных в США было создано позднее – только в 30-е годы XX в.

Под влиянием Англии были приняты законы по защите животных в таких англоязычных странах, как Канада, Южно-Африканский Союз, Австралия.

Законы по защите животных от жестокого обращения в странах Западной Европы отличаются по своей структуре друг от друга. Однако, общим у них является то, что законы запрещают причинение животным боли, страданий, страха, а также вменяют в обязанность владельцу содержание животных в хороших условиях. Примером такого документа является закон по защите животных Франции, в котором рассматриваются два

типа нарушений; первое – плохое обращение с животными, и второе нарушение – жестокое обращение с животными, причинение им различных страданий. Ответственность за плохое обращение с животными предусматривается тремя статьями Уголовного Кодекса. Нарушение этой статьи может выражаться в содержании животного в плохих, непригодных помещениях, плохое кормление животного, побои. В зависимости от тяжести нарушений виновный может быть лишен свободы сроком от 8 до 10 дней или подвергнуться штрафу. При повторном нарушении указанных статей срок лишения свободы может быть увеличен до двух месяцев. Ответственность за жестокое обращение с животными наступает в случае жестоких поступков по отношению к животному, совершенных, как говорит статья, без необходимости. Форма наказания по этой статье - лишение свободы от 2 до 6 месяцев и штраф до шести тысяч франков, что в три раза превышает максимальный размер штрафа за плохое содержание животных.

*Германия* – первая страна мира, которая ввела защиту животных в Конституцию страны (май 2002 г., статья 20 а).

В Германии действует Закон о защите животных (Tierschutzgesetz), а также Распоряжение по содержанию собак (Hundeverordnung), законодательно утверждена система приютов. В стране признана профессия «Защитник животных», а также действует специальная отрасль права – «Права животных» (Tierrechte). В этой области работают адвокаты, которые могут не только помочь в случае нарушения прав владельцев животных или в случаях издевательств над животными, но и помочь при приобретении животных.

Государство защищает права животных на гуманное отношение к ним. Жестокое обращение провоцирует превращение собаки в бездомное животное, и действующее законодательство поощряет жалобы третьих лиц на безответственных хозяев. Закон о защите животных устанавливает штрафные санкции в случае нарушения правил обращения с животными. Так, например, за выброс животного на улицу (такая форма поведения приравнивается к издевательству) или его самовольное уничтожение налагается штраф 25000 Евро (если по каким-либо причинам нет возможности держать дома животное, то по действующему законодательству его следует отнести в приют).

С конца прошлого века, помимо общих законов по защите животных от жестокого обращения, начали приниматься законы, касающиеся порядка использования животных в эксперименте. Первой страной, которая создала такое законодательство, явилась Великобритания. Первый закон по использованию животных в эксперименте в Великобритании был принят в 1878 году. Характерной для английского законодательства по использованию экспериментальных животных является система лицензирования. Для того, чтобы получить разрешение работать с экспериментальными животными, частное лицо или учреждение должно получить специальную лицензию. Тип лицензии зависит от того, какие животные используются и для каких целей; при получении лицензии подробно указываются условия проведения эксперимента.

Кроме общего законодательства по защите животных от жестокого обращения, в западных странах имеются дополнительные документы, которые предусматривают отдельные формы использования животных или отдельные аспекты их содержания. Так, шведский Национальный Комитет по сельскому хозяйству выпустил Правила и Общие рекомендации по содержанию сельскохозяйственных животных. В Великобритании в 1989 году выпущена инструкция по содержанию и уходу за животными, используемыми в научных экспериментах.

Еще одна область законодательства – охрана дикой фауны. В качестве примера такого рода документов можно привести законодательство по защите диких животных в США. В 1973 г. в США был принят закон «Об охране исчезающих видов»; места обитания исчезающих видов, согласно этому закону, охраняются, ввоз и вывоз этих видов запрещены.



Для современного законодательства по защите животных характерно то, что нормативные документы стали создаваться на международном уровне. Такими документами являются Конвенции, разрабатываемые Советом Европы, которые предусматривают защиту животных в различных областях их использования. Такова Европейская конвенция по защите домашних животных (комнатных животных) № 125 от 13.11.87 г. Это наиболее поздний документ. Его отличает то, что составители признают наличие у человека нравственного долга перед животными, указывают на ценность домашних животных для общества, а также на то, что человека и этих животных связывают особые узы. Конвенция предусматривает охрану здоровья животных, защиту от эксплуатации при дрессировке, коммерческом разведении. Запрещаются хирургические операции на животных с целью изменения их внешности: купирование хвостов и ушей, удаление клыков и когтей и другое. Отлов бездомных животных должен проводиться гуманно; с целью сокращения числа этих животных должна проводиться стерилизация.

Существует Всеобщая декларация прав животных, провозглашенную 15 октября 1978 года в Париже по инициативе ЮНЕСКО. В 1986 году была принята Конвенция по защите экспериментальных животных.

Хотя Россия начинает участвовать в работе европейских международных органов, из всех Конвенций, касающихся защиты животных, правительством России пока подписана только Конвенция по международным перевозкам животных от 1968 года.

Конвенция по международной торговле видами, находящимися под угрозой исчезновения, была принята в 1975 году. Эта Конвенция подписана 112 странами и запрещает вывоз определенных видов диких животных и растений.

#### *Законодательство в России.*

В России первый закон в пользу животных был издан в 1870 г. благодаря деятельности «общества сорежиссеров к защите животных от жестокого с ними обращения». В настоящее время в России действует законодательство, принятое 30 марта 1988 г. «Об ответственности за жестокое обращение с животными». В кодекс РФ об административных нарушениях и в уголовный кодекс введены дополнительные статьи, именуемые «Жестокое обращение с животными». Наказание, предусматриваемое этими статьями, носит форму штрафов или лишения свободы. Кроме этого, истязание или жестокое уничтожение животных, совершаемые в присутствии других граждан и свидетельствующие о неуважении общества, классифицируются как хулиганство, предусмотренное статьей 206 Уголовного Кодекса РФ. Действия несовершеннолетних, виновных в подобного рода поступках, рассматриваются комиссиями по делам несовершеннолетних.

В России пока отсутствовали федеративные законы, регламентирующие эксперименты с использованием животных, но создан нормативный документ – «Правила проведения работ с использованием экспериментальных животных», утвержденный Министерством здравоохранения в 1977 г., а затем и остальными ведомствами, в которых используются экспериментальные животные – Министерством сельского хозяйства, Академией наук, Министерством высшего и среднего образования и другими. Важнейшим требованием Правил является обязательное обезболивание животного, если есть вероятность причинения ему боли или иных страданий.

В России принят Федеральный закон о животном мире 22 марта 1995 г. Положительной стороной принятого документа является признание животного мира достоянием народов Российской Федерации, что позволяет определять политику охраны животных на государственном, а не местном уровне. Цель указанного документа – обеспечение рационального использования животных как природного ресурса. Этические проблемы взаимоотношений человека и животных в данном документе не затрагиваются. В настоящее время разрабатывается федеральное законодательство по защите животных, приближающегося к западному типу, предусматривающее введение системы лицензирования при выдаче разрешений на использование животных.

## 2. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

### Раздел 1. Введение

#### 2.1. Занятие 1. Биоэтика как самостоятельная область знаний, принципы биоэтики в деятельности эколога

*Цель занятия:* Изучить научные основы и историю формирования биоэтики как науки.

##### 2.1.1. История биоэтики как науки.

Задание 1: Проанализируйте таблицу 3 «История биоэтики в датах».

Таблица 3 – История биоэтики в датах

Дата	Событие
1946	Первое развернутое обсуждение проблем биоэтики состоялось в г. Нюрнберге в 1946 г. Это было связано с медицинскими исследованиями на людях, проводимыми немцами в годы Второй мировой войны. На Нюрнбергском процессе было предъявлено обвинение 23 немецким ученым-медикам.
1964	Хельсинкская Декларация Всемирной Медицинской Ассоциации (ВМА) «Рекомендации для врачей, участвующих в биомедицинских исследованиях на людях»,
1968	На заседании ВОЗ и ЮНЕСКО в качестве критерия смерти человека принимается критерий «смерти мозга»
1969	Термин «биоэтика» предложен известным американским биологом, врачом-онкологом В. Р. Поттером
1971	<ul style="list-style-type: none"><li>• В. Р. Поттер опубликовал книгу «Биоэтика: мост в будущее» указал основные проблемы биоэтики</li><li>• утверждение «Присяги врача Советского Союза».</li></ul>
сентябрь 1993	Был создан Международный комитет по биоэтике ЮНЕСКО, это единственная в системе ООН структура (имеющая консультативные полномочия), которая планомерно занимается проблемами биоэтики.
декабрь 1996	На Сессии Совета Европы по биоэтике впервые был поднят вопрос об этичности и нравственности абортов
2003	Всемирная комиссия ЮНЕСКО по этике научного знания и технологии (КОМЕСТ) опубликовала доклад по обучению в сфере этики. Доклад включает обзор существующих программ, анализ их структуры и содержания, а также подробный пример учебной программы, позволяющей интегрировать преподавание этики, истории, философии и культурного влияния науки в образование ученых. Этот доклад стал основой Этической образовательной программы ЮНЕСКО, которая начала действовать в 2004 г
2004	по инициативе Московского Бюро ЮНЕСКО в положение VIII Всероссийского конкурса «Экология России» впервые введена номинация БИОЭТИКА».
19 октября 2005	Генеральная конференция ЮНЕСКО приняла путем аккламации Всеобщую декларацию о биоэтике и правах человека, тем самым официально признав приверженность международного сообщества уважать некоторый ряд универсальных принципов гуманизма в развитии и применении биомедицинской науки и технологии. С помощью этой новой декларации ЮНЕСКО стремится реагировать главным образом на нужды

	развивающихся стран, коренного населения и уязвимых групп или лиц.
декабрь 2005	Для того, чтобы обеспечить государства-участники необходимыми инструментами и соответствующими средствами для разрешения возникающих этических проблем в науке и технологии, была запущена в действие Глобальная этическая обсерватория (ГЕОбс)
март 2008	епископ Католической церкви Джанфранко Джиротти предложил прибавить к традиционным семи смертным грехам «семь социальных грехов»: нарушение «биоэтики» (например, контроль рождаемости); исследования, сомнительные с точки зрения морали (например, связанные со стволовыми клетками или генной инженерией)

Задание 2: На следующее занятие подготовьте выступления по следующим темам:

1. Сущность и основные принципы Этической образовательной программы ЮНЕСКО.
2. Состав, структура и функции ГЕОбс.
3. Сущность и основные принципы Хельсинкской Декларации ВМА 1964 года.
4. Состав, структура и деятельность комитета по Биоэтике в Европейском союзе.
5. Состав, структура и деятельность комитета по Биоэтике при академии наук РФ.

### **2.1.2. Комиссия по биоэтике при МГУ им. М.В. Ломоносова**

Задание 3: Изучите Положение «О комиссии по биоэтике МГУ». Ответьте на вопросы:

1. Каковы цели и задачи деятельности Комиссии?
2. Каковы полномочия Комиссии?
3. Каков регламент деятельности Комиссии?

#### **ПОЛОЖЕНИЕ О КОМИССИИ ПО БИОЭТИКЕ**

*Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова*

1. *Комиссия по биоэтике* (далее Комиссия) создана приказом ректора МГУ им. М.В.Ломоносова № 144 от 5 марта 2008 г..

2. *Цели, задачи, полномочия и условия деятельности Комиссии по биоэтике.*

2.1. Комиссия призвана а) изучать правовые и этические проблемы, касающиеся исследовательских проектов и связанных с ними технологий, объектом которых является человек; б) разрабатывать рекомендации по освещению этих проблем в учебном процессе; в) способствовать соблюдению правовых и этических норм и требований по содержанию животных, г) осуществлять контроль за экспериментами и процедурами, проводимыми с животными, д) разрабатывать рекомендации по модернизации учебного процесса с учетом международных и национальных требований по соблюдению норм биоэтики в том, что касается содержания животных и их использования в учебном процессе и исследовательской деятельности; е) обеспечивать экспертизу исследовательских проектов, предполагающих проведение экспериментов с участием человека, а также животных; ж) обеспечивать биоэтическую подготовку исследователей, проводящих эксперименты с участием человека, а также экспериментальных животных; з) консультировать сотрудников и обучающихся МГУ по вопросам биоэтики.

2.2. В своей деятельности Комиссия руководствуется Конституцией России, федеральным законодательством, указами и распоряжениями Президента Российской Федерации, постановлениями и распоряжениями Правительства Российской Федерации, другими нормативными правовыми актами, документами Международного комитета ЮНЕСКО по биоэтике, Межправительственного комитета ЮНЕСКО по биоэтике,

Руководящего комитета по биоэтике Совета Европы и иных международных организаций по биоэтике, в которых участвует Российская Федерация.

2.3. Комиссия является консультативно-рекомендательным органом при администрации МГУ им. М. В. Ломоносова.

2.4. Комиссия представляет администрации на утверждение свои рекомендации и решения по: а) нормативно-правовым вопросам, б) учебной деятельности (учебным планам, учебным программам, методикам преподавания), в) по спорам относительно соответствия поведения сотрудников или обучающихся принципам биоэтики, по рассмотренным жалобам и заявлениям, переданным на рассмотрение из ректората и деканатов.

2.5. Комиссия без административного утверждения: а) отвечает на жалобы и заявления направленные гражданами непосредственно в ее адрес; б) осуществляет этическую экспертизу исследовательских проектов, предполагающих проведение экспериментов с участием человека, а также экспериментальных животных и выносит заключения о допустимости этих проектов; в) осуществляет контроль содержания животных, проведения опытов над животными; г) консультирует. Отрицательные решения Комиссии по заявкам о проведении научных исследований или учебных занятий с участием человека, а также использованием животных являются обязательными к исполнению в МГУ.

2.6. Комиссия разрабатывает правила проведения и критерии допустимости исследований на животных на основе существующих нормативных документов, а также международных рекомендаций и изучения опыта других учреждений, как в России, так и за рубежом. Комиссия контролирует соблюдение этических норм при проведении исследований с использованием животных и рассматривает спорные вопросы с участием заинтересованных сторон. Комиссия осуществляет консультативную помощь подразделениям МГУ, проводящим исследования на животных; проводит семинары по вопросам биоэтики.

### *3. Структура и порядок формирования Комиссии по биоэтике*

3.1. Комиссия по биоэтике создается по инициативе руководства университета.

3.2. Для снижения административной и экономической зависимости от администрации в состав Комиссии включаются, кроме преподавателей и научных сотрудников МГУ, представители общественности, а также специалисты из других учреждений (университетов, Российской академии наук), обладающие необходимой квалификацией, опытом и знаниями в области этических, природоохранных и правовых вопросов.

3.3. Кандидатуры в состав Комиссии имеют право выдвигать факультеты, заведующие кафедрами, лабораториями, и другими подразделениями МГУ.

3.4. Численность не регламентируется, но рекомендуется в пределах 20 человек. Персональный состав ЭК утверждается ректором МГУ.

3.5. Продолжительность членства в Комиссии – 3 года. Этот срок может быть продлен на следующий 3-летний период в случае, если член Комиссии продолжает соответствовать всем необходимым квалификационным требованиям. Продление срока полномочий члена Комиссии должно быть документально отражено в решении заседания Комиссии.

3.6. В случае, если член Комиссии в силу объективных или других причин не может активно участвовать в работе, он может быть выведен из состава Комиссии по собственному желанию согласно поданному заявлению и в этих случаях осуществляется процедура ротации. Кандидатуры рассматриваются на заседании Комиссии при наличии кворума – 75 % от списочного состава. Решение о включении в состав Комиссии принимается открытым голосованием квалифицированным большинством голосов (2/3).

3.7. Член Комиссии, отсутствующий более чем на пяти заседаниях в год и/или не принимающий активного участия в работе Комиссии, может быть исключен из его состава. Решение об исключении принимается на заседании Комиссии путем открытого голосования квалифицированным большинством голосов (2/3). Заседание считается полномочным при наличии на заседании 75 % членов от списочного состава Комиссии.

3.8. Руководство Комиссии осуществляется председателем. Председателем может быть член Комиссии, имеющий высшее биологическое или медицинское образование, разбирающийся в этических проблемах, вопросах прав человека и законодательных и нормативных актах, касающихся использования животных в биологических исследованиях или участия человека в биомедицинских исследованиях. Председателем Комиссии не может быть руководитель подразделения ранга факультета и выше или его заместитель.

3.9. Председатель Комиссии избирается сроком на 3 года с возможностью продления срока на последующие 3 года, что документально отражается в решении заседания Комиссии. Кандидатура избранного председателя Комиссии подлежит утверждению ректором.

3.10. Председатель является официальным представителем Комиссии в ее контактах с администрацией, исследователями, студентами, сотрудниками МГУ, а также заявителями и разрешительными инстанциями. Он гарантирует соответствие деятельности Комиссии данному Положению, Стандартным процедурам и нормативным актам РФ, ведет заседание Комиссии, отвечает за правильное ведение и хранение документации. При нарушении председателем его функциональных обязанностей, закрепленных настоящим Положением, может быть поставлен вопрос о его замене. Решение принимается на заседании Комиссии путем открытого или закрытого голосования квалифицированным большинством голосов (2/3) при наличии кворума 75 % членов от списочного состава Комиссии. Решение по данному вопросу направляется в ректорат.

2.11. В состав Комиссии могут быть кооптированы по мере необходимости новые члены, что утверждается соответствующим приказом ректора МГУ.

3.12. В структуре Комиссии может быть назначен один или несколько ответственных секретарей для общения со всеми заинтересованными, в том числе и со СМИ с целью оказания консультаций и распространения знаний о международно-установленных рекомендациях соблюдения биоэтики в научных исследованиях.

3.13. Все члены Комиссии и технический персонал должны соблюдать конфиденциальность в вопросах, связанных с процедурой принятия решения и подробностями обсуждавшихся заявок на проведение исследований.

#### *4. Регламент деятельности Комиссии по биоэтике.*

4.1. Комиссия осуществляет свою деятельность в соответствии с настоящим Положением, утвержденным ректором МГУ имени М.В.Ломоносова, Приказом по Минвузу СССР № 742 от 13.11.84 «Об утверждении Правил проведения работ с использованием экспериментальных животных», и Стандартными процедурами, разработанными самой Комиссией на основе вышеназванного Положения, действующего законодательства РФ и международного права.

4.2. Стандартные процедуры утверждаются на заседании Комиссии.

4.3. Заседания Комиссии проводятся в соответствии с утвержденным графиком или назначаются председателем Комиссии по мере необходимости.

4.4. Секретариат Комиссии оповещает о дате и времени проведения заседания и его повестке не позднее, чем за 1 неделю до заседания.

4.5. Заседание считается действительным при наличии кворума, определяемого как не менее 50 % от списочного состава, за исключением обсуждения вопросов, специально оговоренных в настоящем Положении. Однако с целью предотвращения административной и экономической зависимости Комиссии от руководства факультета

или университета на заседании всегда должен присутствовать член Комиссии, не работающий в данном учреждении. Отсутствие его на заседании равнозначно отсутствию кворума, что делает заседание неправомочным.

4.6. На заседание могут приглашаться заявитель или его представитель, а также исследователи, проекты которых проходят этическую экспертизу.

4.7. Комиссия может приглашать на заседание в каждом конкретном случае научных консультантов, специалистов по конкретным вопросам, экспертов по этике и юриспруденции, представителей общественности и др.

4.8. Привлекаемые независимые консультанты могут принимать участие в заседаниях Комиссии в личном качестве или путем оглашения их заключения при условии заключения с ними соглашения о сохранении конфиденциальности. Однако они не имеют права голоса.

4.9. Член Комиссии, оказавшийся в ситуации конфликта интересов, не участвует в ее заседании при рассмотрении соответствующего вопроса. Исключения составляют случаи, когда такой член Комиссии может предоставить необходимую информацию об исследовании; в этом случае он не принимает участия в голосовании.

4.10. Все поступившие заявки на проведение исследований на животных рассматриваются Комиссией коллегиально на основании документов, представляемых в комиссию руководителем (ответственным исполнителем) исследования. Руководитель (ответственный исполнитель) исследования представляет эти материалы Комиссии не позже, чем за месяц до начала запланированной работы.

4.11. Члены Комиссии должны лично не менее чем за неделю до заседания изучить и проанализировать планируемые к рассмотрению документы, чтобы обоснованно высказать свою точку зрения.

4.12. Заключение о допустимости или недопустимости проведения исследования принимается на основе анализа степени соответствия действующим нормативным документам, к которым относятся: Приказы вышестоящих организаций, Приказы по МГУ, а также утвержденные ректором МГУ рекомендации и правила, разработанные самой Комиссией. Заключение принимается на основе консенсуса членов Комиссии, принимавших участие в ее заседании, а в спорных случаях (не определенных нормативными документами и утвержденными правилами) на основе открытого голосования. Решение считается принятым, если за него проголосовало не менее двух третей от присутствовавших на заседании членов Комиссии.

4.13. Заключение Комиссии может быть предварительным или окончательным. Предварительное заключение может быть пересмотрено после исчерпывающего учета руководителем эксперимента замечаний Комиссии и внесения соответствующих исправлений в документацию. Окончательное заключение Комиссии пересмотру не подлежит.

4.14. Утверждение программ и планов научно-исследовательских работ, экспертиза публикаций по этим экспериментам и утверждение отчетной документации осуществляются только при наличии положительных заключений Комиссии.

## **Раздел 2: «Философско-религиозные основы биоэтики»**

### **2.2. Занятие 2. Русские философские концепции биоэтики, этические-социальные проблемы в философских концепциях, дискуссии о биоэтики** (публичные выступления)

*Цель работы.* Изучение и анализ сходства и различия в русских философских биоэтических воззрениях. Приобретение студентами навыков самостоятельной работы, имитация выполнения научной работы, приобретение навыков публичных выступлений и дискуссий по социально значимым проблемам, углубленное изучение учебной дисциплины.

Время проведения. 1 доклад (10-15 мин.; до 4-х страниц машинописного текста), 10-15 минут на обсуждение.

Ход работы: 1. Подготовка и доклад студента по выбранной тематике.

2. Участие слушателей в обсуждении доклада: каждый участник обязательно задает вопрос по докладу или комментирует выступление товарища, предлагает оценку доклада. По итогам доклада выставляется оценка докладчику по традиционной пятибалльной системе оценок, а также оценка участникам обсуждения по двухбалльной системе (например: «+» или «-»).

Примерные темы докладов:

1. Сущность и основные принципы Этической образовательной программы ЮНЕСКО.

2. Состав, структура и функции ГЕОбс.

3. Сущность и основные принципы Хельсинкской Декларации ВМА 1964 года.

4. Состав, структура и деятельность комитета по Биоэтике в Европейском союзе.

5. Состав, структура и деятельность комитета по Биоэтике при академии наук РФ.

6. Этическая концепция В. С. Соловьева.

7. «Космическая этика» К. Э. Циолковского «Живая этика» Н.К.Рериха.

8. Основные постулаты этики А. А. Любищева.

9. Этическая компонента в учении В.И. Вернадского о ноосфере.

10. Морально-этические нормы в философии Д.П. Филатова.

11. Этика альтруизма П.А. Кропоткина.

12. Концепция этической гносеологии в русской философии.

13. Философия общего дела Н. Ф. Федорова.

14. Философская антропология Н. А. Бердяева.

15. Идеи русского космизма.

### **Раздел 3: « Наука, медицина и биоэтика»**

#### **2.3. Занятие 3. Медицинская биоэтика: этические проблемы, дискуссии, решение медико-социальных проблем**

Цель занятия: Изучить основы медицинской и фармакологической этики.

##### **2.3.1. Этические основы клятвы врачей**

Задание 4:

1. Ознакомьтесь с различными вариантами профессиональных Кодексов врача: от Клятвы Гиппократов до современного Кодекса российского врача. Дайте им этическую оценку. Предложите собственный проект Морального кодекса врача XXI в.

2. Назовите современный этический документ, созданный в режиме клятвы Гиппократов.

3. Проанализируйте различные варианты профессиональных Кодексов врача. Дайте письменный ответ на вопросы:

1. Как изменялся кодекс врача с течением времени?

2. Какие из положений древнейших кодексов устарели? Какие актуальны и сейчас?

Ответ обоснуйте?

3. Каковы, по вашему мнению, причины смены кодексов с течением времени?

4. Законспектируйте основные положения новейшей клятвы врача.

#### **КЛЯТВА ГИППОКРАТА**

«Клянусь Аполлоном, врачом Асклепием, Гигиеей и Панацеей, всеми богами и богинями, беря их в свидетели, исполнять честно, соответственно моим силам и моему

разумению, следующую присягу и письменное обязательство: считать научившего меня врачебному искусству наравне с моими родителями, делиться с ним своими недостатками и в случае надобности помогать ему в его нуждах; его потомство считать своими братьями, и это искусство, если они захотят его изучать, преподавать им безвозмездно и без всякого договора; наставления, устные уроки и всё остальное в учении сообщать своим сыновьям, сыновьям своего учителя и ученикам, связанным обязательством и клятвой по закону медицинскому, но никому другому.

Я направляю режим больных к их выгоде сообразно с моими силами и моим разумением, воздерживаясь от причинения всякого вреда и несправедливости. Я не дам никому просимого у меня смертельного средства и не покажу пути для подобного замысла; точно так же я не вручу никакой женщине абортивного пессария. Чисто и непорочно буду я проводить свою жизнь и свое искусство. Я ни в коем случае не буду делать сечения у страдающих каменной болезнью, предоставив это людям, занимающимся этим делом. В какой бы дом я ни вошел, я войду туда для пользы больного, будучи далёк от всякого намеренного, несправедливого и пагубного, особенно от любовных дел с женщинами и мужчинами, свободными и рабами.

Чтобы при лечении – а также и без лечения – я ни увидел или ни услышал касательно жизни людской из того, что не следует когда-либо разглашать, я умолчу о том, считая подобные вещи тайной. Мне, нерушимо выполняющему клятву, да будет дано счастье в жизни и в искусстве и слава у всех людей на вечные времена, преступающему же и дающему ложную клятву да будет обратное этому» Hippocrat.

#### «ФАКУЛЬТЕТСКОЕ ОБЕЩАНИЕ» РУССКИХ ВРАЧЕЙ (1917)

В Российской империи выпускники медицинских факультетов до революции 1917 г. при присвоении первого врачебного звания «Лекарь» давали так называемое «Факультетское обещание». Текст «Обещания» прилагался к свидетельству об окончании медицинского факультета:

Принимая с глубокой признательностью даруемые мне наукою права врача и постигая всю важность обязанностей, возлагаемых на меня сим званием, даю обещание в течение всей своей жизни не омрачать чести сословия, в которое ныне вступаю.

Обещаю во всякое время помогать, по лучшему моему разумению, прибегающим к моему пособию страждущим, свято хранить вверяемые мне врачебные (семейные) тайны и не употреблять во зло оказываемого мне доверия.

Обещаю продолжать изучать врачебную науку и способствовать всеми своими силами её процветанию, сообщая ученому свету все, что открою.

Обещаю не заниматься приготовлением и продажей тайных средств.

Обещаю быть справедливым к своим сотоварищам-врачам и не оскорблять их личности, однако же, если бы того потребовала польза больного, говорить правду прямо и без лицепрятия. В важных случаях обещаю прибегать к советам врачей, более меня сведущих и опытных; когда же сам буду призван на совещание, буду по совести отдавать справедливость их заслугам и стараниям.

#### ПРИСЯГА ВРАЧА СОВЕТСКОГО СОЮЗА

Получая высокое звание врача и приступая к врачебной деятельности, я торжественно клянусь:

- все знания и силы посвятить охране и улучшению здоровья человека, лечению и предупреждению заболевания, добросовестно трудиться там, где этого требуют интересы общества;

- быть всегда готовым оказать медицинскую помощь, внимательно и заботливо относиться к больному, хранить врачебную тайну;



- постоянно совершенствовать свои медицинские познания и врачебное мастерство, способствовать своим трудом развитию медицинской науки и практики;
  - обращаться, если этого требуют интересы больного, за советом к товарищам по профессии и самому никогда не отказывать им в совете и помощи;
  - беречь и развивать благородные традиции отечественной медицины, во всех своих действиях руководствоваться принципами коммунистической морали;
  - сознавая опасность, которую представляет собой ядерное оружие для человечества, неустанно бороться за мир, за предотвращение ядерной войны;
  - всегда помнить о высоком призвании советского врача, об ответственности перед Народом и Советским государством.
- Верность этой присяге клянусь пронести через всю свою жизнь.

### КЛЯТВА РОССИЙСКОГО ВРАЧА (1994)

Принята 4-й Конференцией Ассоциации врачей России в Москве в ноябре 1994 г.:

Добровольно вступая в медицинское сообщество, я торжественно клянусь и даю письменное обязательство посвятить себя служению жизни других людей, всеми профессиональными средствами стремясь продлить её и сделать лучше; здоровье моего пациента всегда будет для меня высшей наградой.

Клянусь постоянно совершенствовать мои медицинские познания и врачебное мастерство, отдать все знания и силы охране здоровья человека и ни при каких обстоятельствах я не только не использую сам, но и никому не позволю использовать их в ущерб нормам гуманности.

Я клянусь, что никогда не позволю соображениям личного, религиозного, национального, расового, этнического, политического, экономического, социального и иного немедицинского характера встать между мной и моим пациентом.

Клянусь безотлагательно оказывать неотложную медицинскую помощь любому, кто в ней нуждается, внимательно, заботливо, уважительно и беспристрастно относиться к своим пациентам, хранить секреты доверившихся мне людей даже после их смерти, обращаться, если этого требуют интересы врачевания, за советом к коллегам и самому никогда не отказывать им ни в совете, ни в бескорыстной помощи, беречь и развивать благородные традиции медицинского сообщества, на всю жизнь сохранить благодарность и уважение к тем, кто научил меня врачебному искусству.

Я обязуюсь во всех своих действиях руководствоваться Этическим кодексом российского врача, этическими требованиями моей ассоциации, а также международными нормами профессиональной этики, исключая не признаваемое Ассоциацией врачей России положение о допустимости пассивной эвтаназии.

Я даю эту клятву свободно и искренне. Я исполню врачебный долг по совести и с достоинством.

### 2.3.2. Модели моральной медицины

#### Задание 5:

1. Изучите модели моральной медицины.
2. Выявите достоинства и недостатки данных моделей.
2. Сформулируйте и опишите синтетическую модель моральной медицины, наилучшую по вашему мнению, используя в качестве основы изученные модели.

#### 1. Модель технического типа

Одно из следствий биологической революции – возникновение врача-ученого. Нередко врач ведет себя как ученый-прикладник. Научная традиция заключается в том, что ученый должен быть «беспристрастным». Он должен опираться на факты, избегая всех ценностных суждений. Лишь после создания атомной бомбы и медицинских

исследований нацистов мы осознали всю глупость и опасность такой позиции. Во-первых, ученый, в том числе и прикладник, просто не может быть свободным от ценностей. Каждый день он вынужден осуществлять выбор – при определении цели исследования, при выяснении степени значимости статистических данных, при отборе из бесконечной области опытных данных таких данных наблюдения, которые являются «важными». И для каждого из этих форм выбора в качестве обоснования необходима система ценностей. Выбор того, что имеет «значение», что представляет «ценность», должен производиться постоянно. И это тем более верно по отношению к прикладным наукам, в том числе и медицине. Врач, который полагает, что его задача в том, чтобы предоставить все данные пациенту, а решение – за пациентом, обманывает себя, даже если признать, что во всех критических ситуациях, там, где необходимо сделать решающий выбор, такой образ действий был бы в моральном смысле здравым и ответственным.

## *2. Модель сакрального типа*

Моральное отвращение к модели, в которой врач превращается в техника, полностью лишённого собственных моральных установок, приводит к тому, что впадают в другую крайность, превращая врача в нового священника. Известный социолог медицины Роберт Н. Вильсон характеризует эту модель взаимоотношения «врач-пациент» как сакральную. «Кабинет врача или больничная палата, например, – говорит он, – имеет некую ауру святости»: «...пациент вынужден смотреть на своего врача как на человека, отстраненного от всего прозаического и мирского».

Основной моральный принцип, который выражает традицию сакрального типа, гласит: «Оказывая пациенту помощь, не нанеси ему вреда». И в классической литературе по медицинской социологии, в той же самой литературе, которая использует религиозные образы в качестве аналогии для выражения взаимосвязи «врач-пациент», всегда употребляются образы родителя и ребенка. Именно такой патернализм в сфере ценностей и выражен в моральном принципе: «Оказывая пациенту помощь, не нанеси ему вреда». Лишая пациента возможности принимать решения, он перекладывает ее на врача. Тем самым патернализм ликвидирует или, по крайней мере, сводит до минимума все другие моральные основания, необходимые для сбалансированной этической системы. И хотя группа медиков-профессионалов может утвердить этот принцип в качестве принципа профессиональной морали, ясно, что в обществе существует гораздо более широкий набор моральных норм, включающий принципы:

а) *Приносить пользу и не наносить вреда.* Ни один человек, чуждый предельно зауженной кантианской традиции, не может снять моральную обязанность приносить пользу и при этом полностью избежать нанесения вреда. Некоторые этики считают принесение пользы и ненанесение вреда двумя различными принципами, придавая большой моральный вес последнему принципу.

б) *Защита личной свободы.* Личная свобода и врача, и пациента должна защищаться, даже если кажется, что это может нанести какой-то вред. Мнение никакой частной группы не может служить авторитетом при решении вопроса о том, что приносит пользу, а что наносит вред (когда противятся назначению процедур, необходимых для достижения заранее определенных полезных или вредных результатов). Допустить обратное - означает ошибочно расширить сферу действия специальных знаний.

в) *Охрана человеческого достоинства.* Равенство всех людей по их моральным качествам означает, что каждый из них обладает основными человеческими достоинствами. Многие шаги в процессе госпитализации, оказания медицинской помощи и содержания пациентов, особенно тяжело больных, заключают в себе угрозу человеческому достоинству. Истоющему, дряхлому человеку, которого с жизнью связывают внутривенные трубки, трахеотомия и колостомия, трудно поддерживать чувство собственного достоинства. И ничего нет удивительного в том, что многие предпочитают возвратиться домой и там умереть.

г) *Говорить правду и исполнять обещания.* Моральные обязанности – говорить правду и исполнять обещания – столь же здравые, сколь и традиционные, сохраняют свое место в этике, так как они необходимы для человеческих отношений. Эта проблема – гораздо более широкая и она не сводится к тому, говорить ли правду больному с терминальной раковой опухолью. Эта проблема возникает уже тогда, когда мальчику, которому делают прививку от кори, говорят: «Она не причинит тебе ни малейшего вреда», или когда студента-медика представляют в больнице как «доктора». Все эти случаи могут быть оправданы, как способы избежать нанесения вреда пациенту. Но каждый подобный случай – это покушение на достоинство, свободу и гуманность. Иногда такие действия могут быть оправданы, однако оправдательные аргументы должны быть очень вескими.

### *3. Модель коллегиального типа*

В модели технического типа врач превращается в техника, лишённого каких-либо моральных качеств. В модели сакрального типа моральный авторитет врача оказывает такое влияние на пациента, что подавляет его свободу и достоинство. Пытаясь более адекватно определить отношение «врач-пациент», сохранив фундаментальные ценности и обязанности, некоторые этики говорят о том, что врач и пациент должны видеть друг в друге коллег, стремящихся к общей цели – к ликвидации болезни и защите здоровья пациента. Врач – это «друг» больного. Именно в модели коллегиального типа доверие играет решающую роль. Когда два человека или две группы людей действительно отстаивают общие цели, их доверие оправдано, и модель коллегиального типа адекватна. Таков солидарный способ взаимодействия соратников. Здесь налицо равенство и в достоинстве, и уважении, и в мире содействия, что не было присуще предыдущим моделям.

Однако социальный реализм вынуждает говорить о проблематичности использования подобной модели в реальности.

Какие-то признаки сообщества, движимого реальными общими интересами, возникли в радикальном движении в защиту здоровья и в бесплатных клиниках, но все же надо констатировать, что этнические, классовые, экономические и ценностные различия между людьми превращают принцип общих интересов, необходимых для модели коллегиального типа, в пустую мечту.

### *4. Модель контрактного типа*

Модель социальных отношений, которая соответствует реальным условиям, – это модель, основанная на контракте или соглашении. В понятие контракта не следует вкладывать юридического смысла. Его следует трактовать скорее символически как традиционный религиозный или брачный обет. В нем два индивида или две группы людей действуют на основе взаимных обязательств и ожидающейся взаимной выгоды. Но обязанности и выгода, даже если они выражены несколько туманно, имеют свои границы. Ее предпосылкой служат доверие, даже когда видно, что полной взаимности интересов нет. Она позволяет избежать отказа от морали со стороны врача, что характерно для модели технического типа, и отказа от морали со стороны пациента, что характерно для модели сакрального типа. В отношениях, основанных на контракте, врач осознает, что в случаях значимого выбора за пациентом должна сохраняться свобода управлять своей жизнью и судьбой. Если же врач не сможет жить в согласии со своей совестью, вступив в такие отношения, то контракт или расторгается, или не заключается. В контексте контрактных отношений на индивидуальном уровне контроль пациента за принятием решений обеспечивается без обязательного участия больного в выработке каждого тривиального решения. Подобным же образом на социальном уровне осуществляется контроль общины в сфере здравоохранения. Сообществу непрофессионалов предоставляется (и следует предоставить) статус субъекта, вступающего в контрактные отношения. Решения, таким образом, принимаются сообществом непрофессионалов, однако повседневные медицинские решения могут приниматься медицинскими

работниками на основе доверия. Если же доверие утрачивается, то расторгается и контракт.

### **2.3.3. Ситуационные задачи по теме «Медицинская биоэтика: этические проблемы, дискуссии, решение медико-социальных проблем»**

Задание 6: Решите следующие кейс-задачи. Ответ обоснуйте письменно.

1. Для спасения жизни 7-летнего мальчика нужна была почка ребенка или недоношенного младенца. Родители по договору с врачом зачали ребенка-донора, устроили преждевременные роды и у недоношенного плода изъяли почки. Плод погиб, но мальчик был спасен. (Малеина М.Н., 1995). Нарушено ли право плода на жизнь?

2. 16-летняя школьница с 10-недельным сроком беременности обратилась к врачу-гинекологу с просьбой сделать ей аборт. Врач отказал школьнице в операции, мотивировав свой отказ необходимостью предварительного разговора с родителями беременной и получения согласия на операцию от них. Прав ли врач в отказе школьнице в операции, сославшись на необходимость предварительного разговора с родителями? Поясните.

3. В небольшом поселке изнасиловали 19-летнюю девушку. Потерпевшая о половом насилии никому не сообщила, кроме родителей и врача. К врачу она обратилась, имея беременность сроком 6 недель с просьбой сделать аборт на дому во избежание огласки. Врач отказал ей. Потерпевшая впала в депрессию и покончила с жизнью. Родители обвинили врача в доведении до самоубийства, а когда врач в процессе его допроса сообщил подробности обстоятельств, правоохранительным органам – в разглашении врачебной тайны. Прав ли врач с юридической точки зрения, когда отказал девушке в аборте и когда «сообщил подробности» на допросе?

4. Совершеннолетний неженатый мужчина обращается с просьбой о перевязке семенных канатиков для того, чтобы иметь возможность вести более свободную половую жизнь. Часто имеет дело со случайными партнерами. Допустима ли законом стерилизация мужчины в данном случае?

5. Замужняя женщина, имеющая детей, обращается с просьбой о перевязывании маточных труб. Имеет ли женщина право на стерилизацию в данном случае? Поясните.

6. Белая женщина обратилась в центр искусственной репродукции для оплодотворения спермой донора. Желанная беременность наступила, но родившийся ребенок оказался «черным». Мать предъявила к центру репродукции требование о возмещении ей морального вреда, указывая в исковом заявлении, что она любит своего ребенка, но отношение к нему окружающих будет причинять ей нравственные страдания (США). Какое право отстаивает женщина в своем иске?

7. Женщина имплантировала эмбрионы, несмотря на протесты бывшего мужа. Он подал в суд на врача, так как было нарушено его репродуктивное право «быть или не быть отцом» (США). Прав ли бывший муж в своих претензиях?

8. Криоконсервированные эмбрионы уничтожены без согласия супружеской пары! Решение суда: штраф с лечебного учреждения за материальный ущерб. (США) Какое право супружеской пары защищено судом?

9. Неизлечимый больной, 72 лет, страдающий раком прямой кишки, неоднократно просил врача ускорить наступление его смерти. Родственники из сострадания обещали врачу вознаграждение за процедуру эвтаназии. Врач отказался выполнить акт эвтаназии сам, но проконсультировал сына больного о способе введения и дозе яда. В отсутствие врача больному (с его согласия) была введена смертельная доза инсулина. Имела ли место эвтаназия в данном случае? Поясните.

## **2.4. Занятие 4. Наука и биоэтика этические проблемы, дискуссии, этические кризисы в науке** (публичные выступления)

Цель работы. Изучение и анализ проблем биоэтики научных исследований. Приобретение студентами навыков самостоятельной работы, имитация выполнения научной работы, приобретение навыков публичных выступлений и дискуссий по социально значимым проблемам, углубленное изучение учебной дисциплины.

Время проведения. 1 доклад (10-15 мин.; до 4-х страниц машинописного текста), 10-15 минут на обсуждение.

Ход работы: 1. Подготовка и доклад студента по выбранной тематике.

2. Участие слушателей в обсуждении доклада: каждый участник обязательно задает вопрос по докладу или комментирует выступление товарища, предлагает оценку доклада. По итогам доклада выставляется оценка докладчику по традиционной пятибалльной системе оценок, а также оценка участникам обсуждения по двухбалльной системе (например: «+» или «-»).

Примерные темы докладов:

1. Этические аспекты клонирования с точки зрения различных слоев общества.
2. Отношение церкви к проблеме клонирования.
3. Научные исследования с участием человека: правовые основы и моральные аспекты.
4. Контроль над качеством проведения исследований: мониторинг, аудит, инспекция.
5. Вопросы этики при публикации результатов биомедицинских исследований.
6. Гуманитарная и этическая экспертиза научных проектов как особенность постнеклассической парадигмы в биологии, медицине и экологии. Соотношение риска и пользы при проведении этической экспертизы.
7. Наука как ценность в современной культуре. Сциентизм и антисциентизм в оценке науки.
8. Социальные ценности и нормы научного этиоса. Моральная ответственность ученого. Ценностные ориентиры современной науки.
9. Эвтаназии: милосердие или преступление?
10. Морально-правовые аспекты реаниматологии и трансплантации.
11. Моральные проблемы искусственного оплодотворения и аборта.
12. Права эмбриона – права Иного Живого?
13. Конфликты в науке и пути их разрешения. Диалектика развития науки. Природа и типы научных революций.
14. Эмпирический и теоретический уровни научного познания, их единство и различие.
15. Опыты на людях. Морально-этические нормы и проблемы.
16. Экологический императив – моральный смысл и значение.
17. Морально-этические проблемы вивисекции.

## **2.5. Занятие 5. Проблемы экологии и биоэтика**

Цель занятия: Изучить биоэтические проблемы взаимоотношения человека и животных и охраны природы. Изучить этические регулятивы экологических проблем.

### 2.5.1. Европейская конвенция о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях

Задание 7: Изучите Европейскую конвенцию о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях. Ответьте на следующие вопросы:

1. Когда и где была принята Европейская конвенция о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях?
2. Какие термины регламентирует данная конвенция, что они означают?
3. Для решения каких целей конвенцией разрешено производить экспериментальные воздействия на животных?
4. В каких условиях должно содержаться животное?
5. В каких случаях можно не применять обезболивание при проведении экспериментов на животных?
6. Какое решение необходимо принять после завершения эксперимента? От каких условий зависит это решение?
7. Где должно содержаться животное? Каким условиям должны удовлетворять питомники экспериментальных животных?
8. Какие виды животных приобретаются в учреждениях-питомниках для экспериментальных целей?
9. Какие данные отражаются в статистической отчетности?
10. Когда вступает в силу конвенция для новоприсоединяющихся государств?

#### ЕВРОПЕЙСКАЯ КОНВЕНЦИЯ О ЗАЩИТЕ ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ИЛИ В ИНЫХ НАУЧНЫХ ЦЕЛЯХ (ETS N 123) (Страсбург, 18 марта 1986 года)

##### *Преамбула*

Государства-члены Совета Европы, подписавшие настоящее Соглашение, напоминая, что целью Совета Европы является достижение большего единства между его членами, и что он стремится к сотрудничеству с другими государствами в деле защиты животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях; признавая, что человек несет моральную обязанность уважать всех животных и принимать должным образом во внимание их способность страдать и помнить; признавая при этом, что человек в стремлении к приобретению знаний, обеспечению здоровья и безопасности нуждается в использовании животных, когда имеются обоснованные ожидания, что это будет способствовать прогрессу знаний или иметь полезные результаты в целом для человека или животных, равно как он использует животных для пропитания, изготовления одежды или как выючный скот; исполненные решимости ограничить использование животных для экспериментов или иных научных целей, стремясь к замене такого использования всегда, когда это возможно, в частности путем исследования замещающих методов и поощряя использование таких замещающих методов; желая принять общие положения с целью защиты животных, используемых в ходе процедур, способных привести к долговременным повреждениям, боли, страданиям или тревоге, а также обеспечить, чтобы такие последствия в случае их неизбежности были сведены к минимуму; договорились о нижеследующем:

#### Глава I. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ

##### *Статья 1*

1. Настоящая Конвенция применяется ко всякому животному, использованному или предназначенному для использования в любом эксперименте или иной научной процедуре, способной привести к долговременным повреждениям, боли, страданиям или

тревоге. Она не применяется к неэкспериментальным действиям сельскохозяйственного или клинического ветеринарного назначения.

2. Для целей настоящей Конвенции:

*a)* термин «животное» без иного определения означает любое позвоночное живое существо, не имеющее человеческого происхождения, включая личиночные автономные и/или способные к воспроизводству формы, но за исключением других зародышевых или эмбриональных форм;

*b)* термин «предназначенное для использования» означает выращенное или отловленное для продажи, передачи или использования в эксперименте или иной научной процедуре;

*c)* термин «процедура» означает любой вид экспериментального или иного научного использования животного, способного привести к долговременным повреждениям, боли, страданиям или тревоге, включая любое вмешательство, приводящее или способное привести к рождению животного в таких условиях, при этом из него исключаются наименее болезненные методы, принятые в современной практике (то есть «гуманные» методы) умерщвления животного или его маркировки. Процедура начинается с того момента, когда животное в первый раз подготовлено для использования, и завершается тогда, когда в отношении данной процедуры завершены все необходимые наблюдения. Исключение долговременных повреждений, боли, страданий или тревоги в результате эффективного применения к животному анестезии, анальгезии или иных методов не ставит использование животного вне поля применения данного определения;

*d)* термин «компетентное лицо» означает всякое лицо, рассматриваемое одной из Сторон как компетентное на ее территории для выполнения соответствующей задачи, упомянутой в настоящей Конвенции;

*e)* термин «ответственная инстанция» означает на территории данной Стороны любую власть, любой орган или любое лицо, назначенные для рассматриваемой цели;

*f)* термин «учреждение» означает любое постоянное или передвижное сооружение, любое строение, группу строений или любые иные помещения, а также не полностью крытое или закрытое помещение;

*g)* термин «учреждение-питомник» означает всякое учреждение, в котором животные выращиваются с целью их использования в процедурах;

*h)* термин «учреждение-поставщик» означает всякое учреждение иное чем учреждение-питомник, поставляющее животных с целью их использования в процедурах;

*i)* термин «учреждение-пользователь» означает всякое учреждение, в котором животные используются в процедурах;

*J)* термин «гуманный метод умерщвления» означает умерщвление животного с минимальными физическими и психическими страданиями с учетом особенностей конкретных видов.

## *Статья 2*

Процедуры могут осуществляться только в целях достижения одной или нескольких из следующих целей и при соблюдении ограничений, предусмотренных настоящей Конвенцией:

*a)* (i) предотвращение болезней, слабого здоровья, других аномалий или их последствий для человека, позвоночных и беспозвоночных животных или растений, включая проверку качества, эффективности и безвредности медикаментов, веществ и продуктов, а также процессов их производства;

(ii) диагностика и лечение болезней и других аномалий или их последствий у человека, позвоночных и беспозвоночных животных или растений;

*b)* выявление, оценка, контроль или изменение физиологии человека, позвоночных и беспозвоночных животных или растений;

*c)* защита окружающей среды;

*d)* научные исследования;

e) образование и профессиональная подготовка;

f) судебно-медицинские расследования.

#### *Статья 3*

Каждая Сторона обязуется принять, как только будет возможно и в любом случае в течение пяти лет со дня вступления для нее настоящей Конвенции в силу все необходимые меры для осуществления положений настоящей Конвенции и обеспечения эффективной системы контроля и наблюдения.

#### *Статья 4*

Ни одно из положений настоящей Конвенции не препятствует принятию Сторонами более строгих правил с целью обеспечения защиты животных, используемых в процедурах, а также контроля и ограничения использования животных в таких процедурах.

### Глава II. УХОД И СОДЕРЖАНИЕ ЖИВОТНЫХ

#### *Статья 5*

Всякое животное, используемое или предназначенное для использования в процедуре, должно иметь жилище, определенную среду, как минимум, некоторую свободу движения, питание, воду и уход, соответствующий его здоровью и состоянию. Всякое ограничение его способности

удовлетворять свои физиологические и этологические потребности должно быть по возможности сокращено. В целях осуществления данного положения было бы целесообразно исходить из основных положений, относящихся к содержанию животных и уходу за ними, содержащихся в Приложении А к настоящей Конвенции.

2. Условия среды, в которых животное выращивается, содержится или используется, должны контролироваться ежедневно.

3. Наблюдение за состоянием и здоровьем животных должно осуществляться внимательно и с той частотой, которая дает возможность предотвратить долговременные повреждения, всякую боль, бесполезные страдания или тревогу.

4. Каждая Сторона принимает необходимые меры для устранения всех выявленных недостатков или страданий в кратчайшие сроки.

### Глава III. ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ПРОЦЕДУР

#### *Статья 6*

1. Для достижения целей, указанных в Статье 2, процедура не должна осуществляться, если имеется оправданная и осуществимая возможность применения иного приемлемого научного метода без использования животного.

2. Каждая из Сторон должна поощрять научные исследования с целью разработки методов, которые могут предоставить информацию, аналогичную той, которая может быть получена в результате процедуры.

#### *Статья 7*

В случае необходимости проведения процедуры необходим внимательный выбор конкретного животного и, когда это требуется, ответственной инстанции должно быть предоставлено соответствующее обоснование; при выборе между различными процедурами предпочтение должно отдаваться тем, в которых используется минимальное число животных, которые приводят к меньшим долговременным повреждениям, боли, страданиям или тревоге и которые могут дать наиболее удовлетворительные результаты.

#### *Статья 8*

Методы общей или местной анестезии или методы анальгезии или иные методы, предназначенные для максимально возможного устранения долговременных повреждений, боли, страданий или тревоги применяются в каждой процедуре и на всем их протяжении, за исключением тех случаев, когда:

a) боль, связанная с процедурой, меньше, чем изменение состояния животного в результате анестезии или анальгезии, или



b) использование анестезии или анальгезии несовместимо с предметом процедуры. В отношении подобных случаев должны быть приняты соответствующие законодательные и/или административные меры с тем чтобы такие процедуры не осуществлялись безрезультатно.

#### *Статья 9*

1. В случае, если планируется подвергнуть животное процедуре, в ходе которой оно испытает или может испытать значительную и, возможно продолжительную боль, такая процедура декларируется и обосновывается перед ответственной инстанцией или нуждается в ее соответствующем согласии.

2. Должны быть приняты законодательные и/или административные меры для обеспечения того, чтобы такие процедуры не осуществлялись безрезультатно.

Такие меры включают:

- либо ясно выраженное согласие ответственной инстанции;
- либо официальное заявление о процедуре в ответственную инстанцию и подачу ею судебного иска или принятие ею административного решения в случае, если она не убеждена в том, что такая процедура достаточно важна с точки зрения основных потребностей человека или животного, включая решение научных проблем.

#### *Статья 10*

В ходе процедуры на каждое используемое животное продолжают распространяться положения Статьи 5, за исключением тех случаев, когда эти положения являются несовместимыми с целью процедуры.

#### *Статья 11*

1. По завершении всякой процедуры принимается решение о сохранении животного в живых или его умерщвлении гуманным методом. Животное не оставляют в живых, если имеется основание полагать, что оно будет продолжать постоянно испытывать боль или тревогу, хотя состояние его здоровья во всех других отношениях могло вернуться бы в норму.

2. Решения, упомянутые в пункте 1 настоящей Статьи, принимаются компетентным лицом, в частности ветеринаром или лицом, которое в соответствии со Статьей 13 является ответственным за процедуру или проводило ее.

3. В случае, если по завершении процедуры:

a) животное оставляют в живых, то оно должно получить уход, необходимый в связи с его состоянием здоровья, быть помещено под наблюдение ветеринара или иного компетентного лица и содержаться в условиях, соответствующих положениям Статьи 5. Невыполнение условий, определенных в настоящем пункте, возможно в случае, если по заключению ветеринара животное не будет страдать от последствий такого невыполнения;

b) животное не должно быть оставлено в живых или не может пользоваться условиями, соответствующими положениям Статьи 5, для поддержания своего нормального состояния, оно как можно быстрее умерщвляется гуманным методом.

4. Ни одно животное, использованное в процедуре, в результате которой оно испытало сильную или продолжительную боль или страдание, вне зависимости от того, применялась анестезия или анальгезия или нет, может быть использовано в новой процедуре только если его здоровье и состояние вернулись к норме и при условии, что:

a) в ходе всей новой процедуры животное будет находиться в состоянии общей анестезии, которая будет поддерживаться до умерщвления; или

b) новая процедура предполагает минимальное вмешательство.

#### *Статья 12*

Вне зависимости от иных положений настоящей Конвенции в случае, если того требуют законные цели процедуры, ответственная инстанция может разрешить выпустить данное животное на свободу при условии, что последняя убедится в том, что животному

был обеспечен максимально возможный уход для обеспечения его нормального состояния. Процедуры, предполагающие выпуск животного на свободу и ставящие только образовательные или тренировочные цели, не разрешены.

#### Глава IV. РАЗРЕШЕНИЯ

##### *Статья 13*

Процедура, которая осуществляется в целях, указанных в Статье 2, может проводиться только имеющими разрешение лицами, либо под непосредственную ответственность имеющего разрешение лица, или, если экспериментальный проект или иной научный проект имеют разрешение в соответствии с положениями национального законодательства. Такое разрешение выдается только лицам, которые ответственной инстанцией признаны компетентными.

#### Глава V. УЧРЕЖДЕНИЯ-ПИТОМНИКИ И УЧРЕЖДЕНИЯ-ПОСТАВЩИКИ

##### *Статья 14*

Учреждения-питомники и учреждения-поставщики подлежат регистрации в ответственной инстанции, если они не освобождены от регистрации в соответствии со Статьями 21 или 22. Такие зарегистрированные учреждения должны удовлетворять условиям, изложенным в Статье 5.

##### *Статья 15*

Регистрация, предусмотренная в Статье 14, содержит данные о лице, ответственном за данное учреждение, которое компетентно обеспечить или организовать обеспечение ухода за животными, относящимися к видам, выращиваемым или содержащимся в данном учреждении.

##### *Статья 16*

1. В зарегистрированных учреждениях-питомниках должны быть приняты меры для ведения *реестра*, в который записываются выращенные в нем животные, а также указываются количество и виды животных, покидающих учреждение, дата вывоза и адрес получателя.

2. В зарегистрированных учреждениях-поставщиках должны быть приняты меры для ведения реестра, в который записываются количество и виды животных, поступающих в данное учреждение и вывозимых из него, даты произведенных перемещений, поставщик рассматриваемых животных, а также адрес их получателя.

3. Ответственная инстанция предписывает форму реестров, которые должны вестись и предоставляться в ее распоряжение ответственными лицами учреждений, упомянутых в пунктах 1 и 2 данной статьи. Такие реестры должны храниться в течение, как минимум, трехлетнего периода, начиная со дня последней записи.

##### *Статья 17*

1. В любом из учреждений каждой собаке и кошке до отделения от выводка должна быть сделана индивидуальная постоянная маркировка, произведенная наименее болезненным способом.

2. В случае если немаркированная собака или кошка впервые попадает в учреждение после отделения от выводка, ей как можно быстрее делается такая маркировка.

3. В случае, если собака или кошка до отделения от выводка и предварительно немаркированная переводится из одного учреждения в другое, до проведения соответствующей маркировки животное сопровождается регистрационным документом, содержащим полную информацию, в частности сведения о его матери.

4. Реестры учреждений должны содержать информацию о происхождении и особенностях вида каждой собаки или кошки.

## Глава VI. УЧРЕЖДЕНИЯ-ПОЛЬЗОВАТЕЛИ

### Статья 18

Учреждения-пользователи регистрируются в ответственной инстанции или утверждаются ею иным способом и должны соответствовать условиям, упомянутым в Статье 5.

### Статья 19

Должны быть приняты меры к тому, чтобы учреждения-пользователи располагали помещениями и оборудованием, соответствующим видам животных и используемым процедурам, и чтобы их проектная разработка, строительство и организация деятельности позволяли наиболее эффективное проведение процедур с тем, чтобы получать соответствующие результаты при наименьшем количестве использованных животных и с причинением им наименьших долговременных повреждений, боли, страданий или тревоги.

### Статья 20

В учреждениях-пользователях:

- a) должны быть выделены лица (лицо), несущие административную ответственность за уход за животными и функционирование оборудования;
- b) должен иметься в достаточном количестве квалифицированный и готовый к работе персонал;
- c) должны быть предусмотрены соответствующие меры, позволяющие организовать ветеринарные консультации или лечение;
- d) ветеринару или иному компетентному лицу должно быть поручено проведение консультаций об оценке состояния животных.

### Статья 21

1. Животные указанных ниже видов, предназначенные для использования в процедурах, приобретаются непосредственно в зарегистрированных учреждениях-питомниках или происходят из таких учреждений, если только в соответствии с принятыми Стороной специальными положениями не предоставлено общее или специальное освобождение:

Мышь	Mus musculus
Крыса	Rattus norvegicus
Морская свинка	Cavia porcellus
Золотой хомяк	Mesocricetus auratus
Кролик	Oryctolagus cuniculus
Собака	Canis familiaris
Кошка	Felis catus
Перепел	Coturnix coturnix

2. Стороны обязуются распространить положения пункта 1 настоящей статьи на другие виды, прежде всего относящиеся к отряду приматов, по мере появления оправданной перспективы обеспечения поставки достаточного количества животных, принадлежащих к определенным видам и выращенных для этих целей.

3. Бродячие домашние животные в процедурах не используются. Общее или специальное освобождение, предусмотренное в пункте 1 настоящей статьи, не может быть распространено на бродячих собак и кошек.

### Статья 22

В учреждениях-пользователях могут быть использованы только животные, происходящие из зарегистрированных учреждений-питомников или учреждений-поставщиков, если на основании положений, принимаемых одной из Сторон, не предоставляется общее или специальное освобождение.

### Статья 23

По разрешению ответственной инстанции процедуры могут осуществляться за пределами учреждений-пользователей.

#### *Статья 24*

Должны быть приняты меры к тому, чтобы в учреждениях-пользователях велись и предоставлялись по первому требованию компетентной инстанции соответствующие реестры. Такие реестры должны, в частности, отвечать требованиям, изложенным в Статье 27, а также содержать в отношении всех приобретаемых животных данные об их количестве, видах, поставщиках и о датах их поставки.

### Глава VII. ОБРАЗОВАНИЕ И ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА

#### *Статья 25*

1. Процедуры, проведенные в целях образования, профессиональной подготовки или переподготовки для осуществления определенной профессии или иной деятельности, включая уход за использованными или предназначенными для использования животными, должны нотифицироваться в ответственную инстанцию или осуществляться компетентным лицом или под его наблюдением. При этом на данное лицо возлагается ответственность за наблюдение за соответствием процедур национальному законодательству в рамках настоящей Конвенции.

2. Проведение процедур в целях образования, профессиональной подготовки или переподготовки с иными целями, чем те, которые упомянуты в пункте 1 настоящей статьи, не разрешается.

3. Процедуры, упомянутые в пункте 1 настоящей статьи, должны быть ограничены строго необходимым для названных целей образования или профессиональной подготовки и должны разрешаться только в том случае, если их цель не может быть достигнута с применением аудиовизуальных средств сопоставимой ценности или иным подходящим способом.

#### *Статья 26*

Лица, проводящие процедуры или принимающие в них участие, а также лица, осуществляющие уход за животными, использованными в процедурах, включая контроль, должны иметь соответствующую образовательную и профессиональную подготовку.

### Глава VIII. СТАТИСТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

#### *Статья 27*

1. Каждая Страна ведет сбор статистических данных об использовании животных в процедурах; в случае, если распространение таких данных разрешено, они публикуются.

2. Ведется сбор следующих данных:

*a)* о количестве и видах животных, использованных в процедурах;

*b)* о количестве животных определенных категорий, использованных в процедурах непосредственно с медицинскими целями, а также в целях образования и профессиональной подготовки;

*c)* о количестве животных определенных категорий, использованных в процедурах с целью защиты человека и окружающей его среды;

*d)* о количестве животных определенных категорий, использованных в процедурах, проведенных в соответствии с требованиями законодательства.

#### *Статья 28*

1. При соблюдении положений национального законодательства в области тайны и конфиденциальности Страны будут передавать Генеральному Секретарю Совета Европы данные в отношении подпунктов, упомянутых в пункте 2 Статьи 27, представленные в форме, предусмотренной в Приложении В к Конвенции.

2. Генеральный Секретарь Совета Европы публикует статистическую информацию, полученную от Стран, в отношении подпунктов, упомянутых в пункте 2 Статьи 27.

3. Каждой Стране предлагается сообщить Генеральному секретарю Совета Европы адрес своей национальной инстанции, в которой по запросу может быть получена информация о наиболее полной национальной статистике. Такие адреса будут помещаться

в публикациях статистических данных, подготовленных Генеральным Секретарем Совета Европы.

## Глава IX. ПРИЗНАНИЕ ПРОЦЕДУР, ПРОВЕДЕННЫХ НА ТЕРРИТОРИИ ДРУГОЙ СТОРОНЫ

### Статья 29

1. С целью избежания ненужных повторений процедур, требуемых законодательством в области здравоохранения и безопасности, каждая Сторона признает в случае, если это возможно, результаты процедур, проведенных на территории другой Стороны.

2. С этой целью стороны обязуются, если это возможно, и разрешено законом, оказывать взаимную помощь, в частности путем предоставления информации о правовых нормах и об административной практике, касающихся требований в отношении процедур, необходимых для подачи заявок на регистрацию товаров, а также фактической информации о проведенных на их территории процедурах, о предоставленных разрешениях или о проведенных других административных аспектах, относящихся к таким процедурам.

## Глава X. МНОГОСТОРОННИЕ КОНСУЛЬТАЦИИ

### Статья 30

В течение пяти лет, следующих за вступлением в силу настоящей Конвенции, и в последствие каждые пять лет или чаще, если это потребует большинство Сторон, Стороны будут проводить в рамках Совета Европы многосторонние консультации с целью рассмотрения применения настоящей Конвенции, а также целесообразности ее пересмотра или расширения ее отдельных положений. Такие консультации осуществляются в ходе встреч, созываемых Генеральным Секретарем Совета Европы. Не менее, чем за два месяца до встречи Стороны сообщают Генеральному Секретарю Совета Европы имена своих представителей.

## Глава XI. ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### Статья 31

Настоящая Конвенция открыта для подписания государствами-членами Совета Европы и Европейскими Сообществами. Она подлежит *ратификации, принятию* или *утверждению*. *Ратификационные грамоты*, документы о принятии или утверждении сдаются Генеральному Секретарю Совета Европы

### Статья 32

1. Настоящая Конвенция вступает в силу в первый день месяца, следующего после истечения шестимесячного периода с даты, когда четыре государства-члена Совета Европы выразят свое согласие на обязательность Конвенции в соответствии с положениями Статьи 31.

2. Для любой другой подписавшей Стороны, которая позднее выразит свое согласие на обязательность Конвенции, она вступит в силу в первый день месяца, следующего после истечения шестимесячного периода после сдачи ратификационной грамоты или документа о принятии или утверждении.

### Статья 33

1. После вступления настоящей Конвенции в силу Комитет Министров Совета Европы может пригласить любое государство, не являющееся членом Совета Европы, присоединиться к настоящей Конвенции решением, принятым большинством голосов, предусмотренным Статьей 20d устава Совета Европы, и единогласно представителями государств, являющихся Сторонами данной Конвенции, имеющими право заседать в Комитете.

2. Для каждого присоединяющегося государства Конвенция вступает в силу в первый день месяца, следующего после истечения шестимесячного периода после сдачи Генеральному Секретарю Совета Европы документа о присоединении.

#### *Статья 34*

1. Каждое государство, подписывающее Конвенцию, может при подписании или при сдаче документа о ратификации, принятии, утверждении или присоединении сделать одну или несколько оговорок; однако в отношении Статей 1-14 и 18-20 никакие оговорки не допускаются.

2. Сторона, сделавшая оговорку на основании предыдущего пункта, может отозвать ее целиком или частично путем направления нотификации Генеральному Секретарю Совета Европы. Отзыв вступает в силу с даты получения нотификации Генеральным Секретарем.

3. Сторона, сделавшая оговорку в отношении любого положения настоящей Конвенции, не может настаивать на применении данного положения другой Стороной; однако она может в случае, если оговорка является частичной или обусловленной, настаивать на применении данного положения в той мере, в которой она его принимает.

#### *Статья 35*

1. Любое государство может при подписании Конвенции или при сдаче на хранение документа о ратификации, принятии, утверждении или присоединении определить территорию или территории, на которые распространяется действие настоящей Конвенции.

2. Каждая из Сторон впоследствии в любое время может путем направления Генеральному Секретарю Совета Европы декларации распространить действие настоящей Конвенции на любую другую территорию, указанную в декларации. В отношении данной территории Конвенция вступит в силу в первый день месяца, следующего после истечения шестимесячного периода с даты получения декларации Генеральным Секретарем.

3. Любая декларация, заявленная на основании двух предыдущих пунктов, может быть отозвана применительно ко всей территории, указанной в такой декларации, путем направления нотификации Генеральному Секретарю. Такой отзыв вступает в силу в первый день месяца, следующего после истечения шестимесячного периода с даты получения нотификации Генеральным Секретарем.

#### *Статья 36*

Каждая Сторона может в любой момент денонсировать настоящую Конвенцию путем направления нотификации Генеральному Секретарю Совета Европы.

Акт денонсации вступает в силу в первый день месяца, следующего после истечения шестимесячного периода с даты получения нотификации Генеральным Секретарем.

#### *Статья 37*

Генеральный Секретарь Совета Европы уведомляет членов Совета Европы, Европейские Сообщества и присоединившиеся к настоящей Конвенции государства:

*a)* о всяком подписании;

*b)* о сдаче на хранение каждого документа о ратификации, принятии, утверждении или присоединении;

*c)* обо всех датах вступления в силу настоящей Конвенции в соответствии со Статьями 32, 33 и 35;

*d)* обо всех иных актах, нотификациях или заявлениях, связанных с настоящей Конвенцией.

В удостоверение чего нижеподписавшиеся, должным образом на то уполномоченные, подписали настоящую Конвенцию.

Совершено в Страсбурге 18 марта 1986 г. на английском и французском языках, причем оба текста имеют одинаковую силу, в единственном экземпляре, который хранится в архиве Совета Европы. Генеральный Секретарь Совета Европы направляет заверенные копии

Соглашения каждому государству-члену Совета Европы, Европейским Сообществам, а также каждому государству, приглашенному присоединиться к настоящей Конвенции.

### 2.5.2. Ситуационные задачи по теме «Проблемы экологии и биоэтика»

Задание 8: Решите следующие кейс-задачи. Ответ обоснуйте письменно.

1. Согласно теории прав природы, синиц, чижей нельзя отлавливать для содержания в клетках, так как это нарушает их право на естественную свободу в естественной среде обитания. Но ведь держа зимой птиц в клетке, мы таким образом спасаем их от бескормицы. Как быть?

2. В жизни часто возникает ситуация, когда человеку, чтобы спасти свою жизнь или здоровье, приходится лишать жизни комаров, глистов, болезнетворных микробов. Но ведь убивая их, человек тем самым нарушает их право на жизнь.

3. Человек разводит коров, свиней, а затем в целях своего пропитания, лишает их жизни, чем посягает на их право на жизнь. Правильно ли это?

4. Охотник-любитель убивает на охоте зайца. На ферме разводят телят, которых тоже лишают жизни. Как в первом, так и во втором случае, человек забирает у животного жизнь. Однако почему любительская охота с позиции экологической этики является безнравственной, а выращивание телят на мясо так не осуждается.

5. Во многих заповедниках и национальных парках проводятся санитарные рубки и другие мероприятия, направленные против короедов. Может ли это с позиции экологической этики считаться правильным?

6. В одном заповеднике развелось очень много кабанов и оленей. Они стали наносить экосистеме заповедника огромный ущерб — уничтожив практически весь подрост. Тогда было предложено организовать в заповеднике охоту, чтобы не только снизить количество кабанов и оленей до оптимального, но еще и немного денег для заповедника заработать. Правильно ли это?

7. Активисты одной зоозащитной организации закупили в зоомагазине всех канареек и выпустили их на волю. Правильно ли это с точки зрения экологической этики и права животных на свободу?

### Раздел 4: « Воспитание и образование в области биоэтики»

#### 2.6. Занятие 6. Воспитание, образование и проблемы биоэтики, решение проблемы экологизации человеческого общества

Цель занятия: Изучить основные проблемы образования и воспитания в области биоэтики на примере разрешения конфликтных ситуаций этической направленности.

Задачи: Формирование адекватных реакций в различных ситуациях, анализ причинно-следственных связей реакции человека в данной ситуации.

#### *Социальное регулирование и нормы поведения человека*

Социальное регулирование – воздействие на поведение людей, общественные отношения с целью придания им определённого направления в развитии. Социальное регулирование следует отличать от технического, биологического и тому подобного регулирования, поскольку оно, в отличие от названных, воздействует только на отношения между людьми.

Социальное регулирование в целом принято делить на нормативное и казуальное. *Нормативное регулирование* воздействует на индивидуально-неопределённый круг лиц (то есть на всех людей), а *казуальное* – воздействует на конкретного человека или поимённо определённую группу лиц.

Социальное регулирование осуществляется посредством специальных приёмов, которые принято называть социальными регуляторами.

*Социальная норма* – правило поведения, направленное на регулирование общественных отношений, в той или иной степени подкреплённые мерами социального воздействия. Человек живёт в социуме, поэтому неизбежно вступает в общественные отношения (отношения с людьми и организациями), которые урегулированы социальными нормами.

Признаки социальной нормы

1. Общий характер, который заключается в следующем:
2. Адресовано индивидуально-неопределённому кругу лиц (одновременно всем людям);
3. Регулирует наиболее типичные устойчивые общественные отношения;
4. Рассчитано на неоднократное применение;
5. Существует длительный заранее неопределённый период времени.
6. Регулирует только общественные отношения, то есть отношения между людьми.
7. Подкреплена мерами общественного воздействия, чтобы побудить людей её исполнить.

Задание 9: На диаграмме отобразите соотношение различных социальных норм, мотивирующих поведение человека в обществе.

*Виды норм:* право, мораль, религиозные нормы, корпоративные нормы, обычай, иные нормы.

Домашнее задание: Дайте определение терминов; добро, зло, общественное мнение, нравственность, привычка, политические нормы.

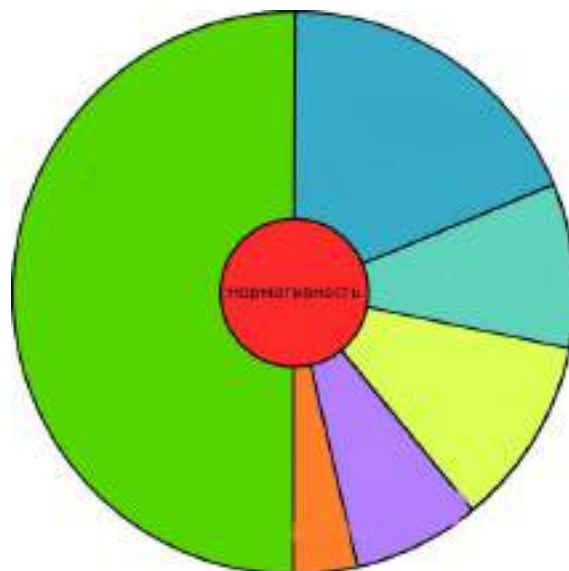


Рисунок 1 – Диаграмма соотношения социальных норм.

*Субъективное отношение к природе и его разновидности*

Субъективность отношения человека к природе выражается в структуре и своеобразии этого отношения. Среди многообразных отношении человека выделяют как специфические его отношения к природе. Ученые выделяют 16 типов отношения человека к природе, которые отражены в таблице 4.

Таблица 4 – Типология субъективного отношения к природе

Компонент отношения	Объектная характеристика	Субъектная характеристика	Модальность отношения
1	2	3	4
Перцептивно-аффективный	Перцептивный объектно-непрагматический	Перцептивный субъектно-непрагматический	Непрагматическая
Когнитивный	когнитивный объектно-непрагматический	Когнитивный субъектно-непрагматический	



1	2	3	4
Практический	Практический объектно- непрагматический	Практический субъектно- непрагматический	
Поступочный	Поступочный объектно- непрагматический	Поступочный субъектно- непрагматический	
Перцептивно- аффективный	Перцептивный объектно- прагматический	Перцептивный субъектно- прагматический	Прагматическая
Когнитивный	когнитивный объектно- прагматический	Когнитивный субъектно- прагматический	
Практический	Практический объектно- прагматический	Практический субъектно- прагматический	
Поступочный	Поступочный объектно- прагматический	Поступочный субъектно- прагматический	

Задание 10: По таблице 4 определите категорию личного субъективного отношения к природе. Дайте соответствующую характеристику.

Домашнее задание: Оцените субъективное отношение к природе своих родственников, друзей и знакомых (не менее 5 человек). Дайте характеристику. Какое отношение преобладает?

Задание 11: Разбейтесь на пары и проанализируйте следующие конфликтные ситуации эколого-биоэтической направленности. При анализе должны использоваться неуверенный, уверенный и агрессивный типы ответов.

1. Вы прогуливаетесь со своим другом/подругой и едите мороженое. Вы ищите мусорный контейнер, чтобы выкинуть обертку, а ваш друг/подруга бросает ее прямо на тротуар;

2. Вы планируете создать экологическую организацию, а ваш друг/подруга отказывается вам помочь, считая это неинтересным;

3. Ваш друг/подруга плохо заботится о своем домашнем питомце;

4. Ваш друг восхищенно рассказывает о корриде, которую он посетил, будучи в Испании.

### **3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА**

#### **3.1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ**

##### **3.1.1. Биоэтика как самостоятельная область знаний. Исторические основы биоэтики**

1. Структура и функции Комиссии по этике научного знания и технологиям ЮНЕСКО (КОМЕСТ);
2. Сущность и принципы этической образовательной программы ЮНЕСКО;
3. Сущность и принципы всеобщей декларации о биоэтике и правах человека;
4. Основные положения Нюрнбергского кодекса;
5. Биоцентрический, экоцентрический и антропоцентрический взгляд на окружающую среду;
6. Коммуникативные функции биоэтики;
7. Найдите и запишите следующие определения терминов: глубинная экология; экологическая экспансия; глобализация; коэволюция человека и природы; благоговение; любовь; эмпатия; бинарное множество.

##### **3.1.2. Философские основы биоэтики. Биоэтика и религия**

1. Экологическая идеология и экологическая культура;
2. Теория разветвления развития (теория маятника);
3. Сущность направления экосистемный холизм;
4. Концепция этической гносеологии в русской философии;
5. Сущность направления инвайронментальный консервационизм;
6. Найдите и запишите следующие определения терминов: архаическое сознание, табу, меморандум, монотеистические религии, мифологема, религиозная догма, этология.

##### **3.1.3. Наука, медицина и биоэтика. Использование животных человеком**

###### *Медицина и биоэтика*

1. Запишите сущность следующих законов в области здравоохранения:
  - «о трансплантации органов и тканей человека»,
  - «о донорстве крови»,
  - «о медицинском страховании»,
  - «о психиатрической помощи»,
  - «о лекарственных средствах»,
  - «об иммунопрофилактике».

###### *Наука и биоэтика*

1. Наука как ценность в современной культуре. Сциентизм и антисциентизм в науке;
2. Конфликты в науке и пути их решения;
3. Социальные ценности научного этоса. Моральная ответственность ученого.

###### *Этические отношения человека и животных*

1. Европейская конвенция о защите позвоночных животных, используемых в экспериментах или в иных научных целях.

##### **3.1.4. Воспитание и образование в области биоэтики. Общественные движения в защиту животных**

1. Биоэтическое образование и воспитание в школах и дошкольных учреждениях;
2. Когнитивные, эстетические и этические функции человека;
3. Ошибки, возникающие при обучении этичному отношению к животным;
4. Найдите и запишите следующие определения терминов: модель самоорганизации, экологическое сознание, ратификация, ратификационная грамота, добро, зло, общественное мнение, нравственность, привычка, политические нормы.

## 3.2. Публичные выступления и творческая работа

### 3.2.1. Публичные выступления

Цель работы. Приобретение обучающимися навыков самостоятельной работы, имитация выполнения научной работы, приобретение навыков публичных выступлений, углубленное изучение учебной дисциплины.

Время проведения. 1 доклад (10-15 мин.; до 4-х страниц машинописного текста) + 10-15 минут на обсуждение.

Задания:

1. Подготовьте доклад по выбранной тематике;
2. Примите участие в обсуждении доклада: задайте вопрос по докладу или прокомментируйте выступление, предложите оценку доклада.

По итогам доклада выставляется оценка докладчику по традиционной пятибалльной системе оценок, а также оценка участникам обсуждения по двухбалльной системе (например: «+» или «-»).

Тема публичного выступления выбирается студентами самостоятельно из предложенного перечня и согласовывается с преподавателем.

Подготовка докладов предполагает углубленную самостоятельную работу студента на основе изучения учебной и дополнительной литературы.

В курсе «Основы биоэтики» предусмотрено подготовка публичных выступлений по следующим разделам дисциплины:

1. Философские основы биоэтики Биоэтика и религия;
2. Наука, медицина и биоэтика. Использование животных человеком;

Тематика публичных выступлений

*Русские философские концепции биоэтики»*

1. «Живая этика» Н.К.Рериха.
2. «Космическая этика» К. Э. Циолковского.
3. Идеи русского космизма.
4. Философская антропология Н. А. Бердяева.
5. Концепция этической гносеологии в русской философии.
6. Морально-этические нормы в философии Д.П. Филатова.
7. Основные постулаты этики А. А. Любищева.
8. Философия общего дела Н. Ф. Федорова Ф.
9. Этика альтруизма П.А. Кропоткина.
10. Этическая компонента в учении В.И. Вернадского о ноосфере.
11. Этическая концепция В. С. Соловьева.

*Наука и биоэтика*

1. Вопросы этики при публикации результатов биомедицинских исследований.
2. Гуманитарная и этическая экспертиза научных проектов как особенность постнеклассической парадигмы в биологии, медицине и экологии. Соотношение риска и пользы при проведении этической экспертизы.
3. Диалектика развития науки. Природа и типы научных революций.
4. Контроль над качеством проведения исследований: мониторинг, аудит, инспекция.
5. Конфликты в науке и пути их разрешения.
6. Морально-этические проблемы вивисекции.
7. Моральные проблемы искусственного оплодотворения и аборта.
8. Наука как ценность в современной культуре. Сциентизм и антисциентизм в оценке науки.
9. Научные исследования с участием человека: правовые основы и моральные аспекты.
10. Опыты на людях. Морально –этические нормы и проблемы.
11. Отношение церкви к проблеме клонирования.

12. Права эмбриона – права Иного Живого?
  13. Социальные ценности и нормы научного этоса. Моральная ответственность ученого. Ценностные ориентиры современной науки.
  14. Эвтаназии: милосердие или преступление? Морально-правовые аспекты реаниматологии и трансплантации.
  15. Экологический императив – моральный смысл и значение.
  16. Эмпирический и теоретический уровни научного познания, их единство и различие.
  17. Этические аспекты клонирования с точки зрения различных слоев общества.
- Взаимоотношение человека и животных*
1. Бои с участием животных: жестокость ради развлечения.
  2. Охота и рыбалка: морально этические аспекты этих видов деятельности.
  3. Проблемы жестокого обращения с животными.
  4. Этические аспекты сельскохозяйственного производства.

### **3.2.2. Творческое задание для самостоятельной работы. Написание эссе**

*Эссе* – письменная творческая работа, в которой студент излагает суть поставленной проблемы, самостоятельно проводит анализ этой проблемы с использованием концепций, стратегий и аналитического инструментария дисциплины, делает выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме. Эссе должно быть представлено в электронном виде (MSWord) и машинописном виде, объемом не менее 3-х страниц. Титульный лист эссе должен содержать название дисциплины, название темы, Ф.И.О. автора, курс и номер группы.

#### *Тематика эссе*

1. Этичен ли «зеленый» экстремизм?
2. Занимает ли человек исключительное место во Вселенной?
3. Зачем нужен заповедник?
4. Экоэтический идеал.
5. Почему коррида, собачьи бои и любительская охота неэтичны?
6. Экологическая этика против экономики.
7. Ваше отношение к использованию в исследованиях и учебном процессе животных?
8. Если бы я был лабораторным животным...
9. Один день жизни в клетке.

### **3.3. Промежуточная форма контроля по курсу**

Промежуточной формой контроля знаний, умений и навыков по данной дисциплине является зачет.

Для сдачи зачета студент отвечает на теоретические вопросы преподавателя.

Оценка знаний проводится по следующим критериям:

1. Глубокое и полное усвоение материала курса, твердое усвоение курса с небольшими неточностями при ответе – «зачтено».
2. Недостаточное усвоение материала курса, усвоение материала с существенными неточностями, незнание значительной части материала курса – «не зачтено».

#### *Примерные вопросы к зачёту*

1. Биоэтика как самостоятельная наука;
2. «Бои без правил». Этические проблемы проведения поединков между животными;
3. «Живая этика» Н.К.Рериха;
4. «Идеальные» экологические этики;
5. «Космическая этика» К. Э. Циолковского;

6. Альтернатива животноводству;
7. Буддизм,
8. Вопросы этики при публикации результатов биомедицинских исследований;
9. Воспитание этичного отношения к животным как часть нравственного воспитания;
10. Генетические исследования;
11. Генетические тесты и предродовая диагностика;
12. Генетическое модифицирование продуктов питания;
13. Гуманитарная и этическая экспертиза научных проектов как особенность постнеклассической парадигмы в биологии, медицине и экологии;
14. Джайнизм;
15. Диалектика развития науки;
16. Дикie животные;
17. Животные и развлечения;
18. Идеи русского космизма;
19. Индуизм;
20. Ислам;
21. Исторические основы биоэтики;
22. История развития медицинской этики в России;
23. Иудаизм;
24. Клонировани;
25. Контроль над качеством проведения исследований: мониторинг, аудит, инспекция;
26. Конфликты в науке и пути их разрешения;
27. Концепция этической гносеологии в русской философии;
28. Множественность инвайронментальных этик;
29. Моральная ответственность ученого;
30. Морально –этические нормы и проблемы;
31. Морально-правовые аспекты реаниматологии и трансплантации;
32. Морально-этические нормы в философии Д.П. Филатова;
33. Морально-этические проблемы вивисекции;
34. Моральные проблемы искусственного оплодотворения и аборта;
35. Наука как ценность в современной культуре;
36. Научные исследования с участием человека: правовые основы и моральные аспекты;
37. Образование в области этики;
38. Опыты на людях;
39. Основные биоэтические и этические проблемы создания и воспроизводства лекарств;
40. Основные постулаты этики А. А. Любищева;
41. Отношение церкви к проблеме клонирования;
42. Права эмбриона – права Иного Живого?
43. Природа и типы научных революций;
44. Проблемы жестокого обращения с животными;
45. Проблемы животноводства;
46. Проблемы экологии и биоэтика;
47. Соотношение риска и пользы при проведении этической экспертизы;
48. Состав, структура и деятельность комитета по Биоэтике в Европейском союзе;
49. Состав, структура и деятельность комитета по Биоэтике при академии наук РФ;
50. Состав, структура и функции ГЕОбс;
51. Социальные ценности и нормы научного этоса;
52. Становление биоэтики в России. Православие и биоэтика;

53. Сущность и основные принципы медицинской этики;
54. Сущность и основные принципы Хельсинкской Декларации ВМА 1964 года;
55. Сущность и основные принципы Этической образовательной программы ЮНЕСКО;
56. Сущность экологической этики;
57. Сциентизм и антисциентизм в оценке науки;
58. Трансплантация;
59. Фальсификация лекарственных средств как результат игнорирования этических норм;
60. Философия общего дела Н. Ф. Федорова;
61. Философская антропология Н. А. Бердяева;
62. Христианство;
63. Ценностные ориентиры современной науки;
64. Эволюция отношения человека к природе;
65. Эвтаназии: милосердие или преступление?
66. Экологический императив – моральный смысл и значение;
67. Экологическое сознание;
68. Эксперименты на животных;
69. Эксперименты на человеческих клетках и эмбрионах;
70. Эмпирический и теоретический уровни научного познания, их единство и различие;
71. Этика альтруизма П.А. Кропоткина;
72. Этика жизни и традиции русской философии;
73. Этика эмпатии;
74. Этическая компонента в учении В.И. Вернадского о ноосфере;
75. Этическая концепция В. С. Соловьева;
76. Этические нормы отношений «врач-пациент».

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ботяжкова, О. А. Основы биоэтики. Ч. 1: текст лекций [Электронный ресурс] / О. А. Ботяжкова. – Ярославль: ЯрГУ, 2011. – 66 с. – ЭБС Руконт.
2. Биоэтика: междисциплинарные стратегии и приоритеты : учеб.-метод. пособие [Электронный ресурс] / Я. С. Яскевич, Б. Г. Юдин, С. Д. Денисов [и др.]; под ред. Я. С. Яскевич. – Минск : БГЭУ, 2007. – 225 с. Режим доступа: [http://berg-bendery.org/res/teacher/Bioraznoobrazie/bioethics\\_manual\\_belarus-rus-1.pdf](http://berg-bendery.org/res/teacher/Bioraznoobrazie/bioethics_manual_belarus-rus-1.pdf)
3. Биоэтика: учебник для вузов [Электронный ресурс] / Под ред. В. П. Лопатина. – 4-е изд., – 2009. – 272 с. Режим доступа: <http://vmede.org/sait/?page=2&id=>
4. Гусейнов, А. А., Этика: Учебник [Электронный ресурс] / Гусейнов А.А., Апресян Р.Г. – М.: Гардарики, 2009. – 472 с. Режим доступа: [http://www.intelros.ru/pdf/Reyting/Ethics\\_Gusseinov\\_Apressyan.pdf](http://www.intelros.ru/pdf/Reyting/Ethics_Gusseinov_Apressyan.pdf)
5. Кэмпелл, А., Медицинская этика: Пер. с англ.: Учеб.пос. [Текст] / Под. Ред. Ю.М. Лопухина, Б.Г. Юдина. – 2-е изд., испр. – М.: ГЕОТАР-Медиа, 2005. – 400 с.
6. Логиновская, Л. М. Биоэтика и экоэтика для школьников и внешкольного образования [Текст] / Л. М. Логиновская, Т. В. Силич, С. А. Ставропольцева. – Минск: МГЭУ им. А. Д. Сахарова, 2008. – 184 с.
7. Орлов, А.Н. Клиническая биоэтика: Избранные лекции: Учебное пособие [Электронный ресурс] / А. Н. Орлов. Москва: Медицина , 2009. – 358 с. Режим доступа: [http://krasgmu.net/load/a\\_b/1/1/19-1-0-653](http://krasgmu.net/load/a_b/1/1/19-1-0-653).
8. Павлова, Т. Н. Биоэтика в высшей школе [Текст] / Т. Н. Павлова. М.: МГАВМиБ им. К.И. Скрябина, 1999. – 148 с.
9. Сгречча, Э., Биоэтика: Учебник. [Электронный ресурс] / Сгречча Э., Тамбоне В. Перевод – Костомарова Н., Зелинский В. – М: Библейско-богословский институт святого апостола Андрея, 2011. – 432 с. Режим доступа: <http://www.mppda.ru/data/203/627/1234/Биоэтика.pdf>
10. Силуянова, И. В. Биоэтика в России: ценности и законы. [Электронный ресурс] / И. В. Силуянова. – М: изд-во РНИМУ им. Н.И. Пирогова, 2011. – 177 с. Режим доступа: <http://rsmu.ru/334.html>.
11. Хрусталёв, Ю. М. От этики до биоэтики: учебник для вузов [Текст] / Ю.М. Хрусталёв. – Ростов н/Д: Феникс, 2010. – 446 с.
12. Цаценко, Л. В. Биоэтика и основы биобезопасности [Текст] / Л. В. Цаценко. – СПб.: Издательство «Лань», 2017. – 92 с.
13. Этика науки [Электронный ресурс] / под ред. В.Н. Игнатьева. – М.:ИФРАН, 2007. – 143 с. – ЭБС «БиблиоРоссика».

### *Информационно-справочные и поисковые системы Интернета*

1. [www.med-pravo.ru](http://www.med-pravo.ru) – Медицина и право. Положение о комитете по этике (безопасность лекарственных средств) МЗ России.
2. [www.medlaw.ru](http://www.medlaw.ru) – Вопросы медицинского права.
3. [www.vetcentr.ru](http://www.vetcentr.ru) – Центр Ветеринарная клиника, представлено ветеринарное законодательство.
4. [www.coe.ru/01facts.htm](http://www.coe.ru/01facts.htm) – Некоторые цифры и факты о Совете Европы. Биоэтика в СЕ.
5. [www.istc.ru/istc/website.nsf/fc/z09+Animal+Care+Guidelints+Ru](http://www.istc.ru/istc/website.nsf/fc/z09+Animal+Care+Guidelints+Ru) – Основные принципы ухода за лабораторными животными и их использования в проектах МНТЦ.
6. [http://md-sgi.narod.ru/doc2\\_3.html](http://md-sgi.narod.ru/doc2_3.html) – Проект Федерального закона «О правовых основах биоэтики и гарантиях ее обеспечения».
7. [www.pms.orthodoxy.ru/etira/00034.htm](http://www.pms.orthodoxy.ru/etira/00034.htm) – биоэтика на православном медицинском сервере.

8. [www.pms.orthodoxy.ru/sovet/index.htm](http://www.pms.orthodoxy.ru/sovet/index.htm) – Церковно-общественный совет по биоэтике при Московской Патриархии.
9. [www.nih.gov/sigs/bioethics/](http://www.nih.gov/sigs/bioethics/) – биоэтика на сайте Национального института здоровья США.
10. [www.bioethics.net/](http://www.bioethics.net/) – Американский журнал по биоэтике.
11. [www.medinfo.ru/price/av98\\_16shtml](http://www.medinfo.ru/price/av98_16shtml) – МЗ РФ о создании комитета по биомедицинской этике Минздрава России.
12. <http://bioethica.iatp.by/links.htm> – перечень сайтов, посвященных проблемам биоэтики.
13. <http://www.bioethics.ru/rus/> – биоэтический форум.
14. <http://bio.departament.com/rus/newsarc/21/> – Вестник Российской Биоэтики №1.
15. <http://msu.ru/bioetika> – сайт Комиссии по биоэтике МГУ им. М.В. Ломоносова.
16. <http://lms.lite.unescj.org/> – Online курс «Биоэтика для журналистов».



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ**  
**УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»**

Факультет экономики и менеджмента  
Кафедра гуманитарных дисциплин


**Методические указания для практических занятий**  
**обучающихся по дисциплине**

**РУССКИЙ ЯЗЫК И КУЛЬТУРА РЕЧИ**

для студентов очной формы обучения  
по направлению подготовки:  
06.03.01 Биология  
Уровень: бакалавриат

Методические указания по проведению практических занятий по дисциплине «Русский язык и культура речи» для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 06.03.01 Биология разработаны доцентом кафедры гуманитарных дисциплин Нефедовой И.Ю.

Методические указания обсуждены на заседании кафедры  
Протокол № 1 от 30 августа 2019 года.

Заведующий кафедрой \_\_  \_\_ Лазуткина Л.Н. \_\_\_\_\_

Методические указания одобрены учебно-методической комиссией по направлению подготовки «Биология», протокол № 1 от 30 августа 2019 г.

Председатель учебно-методической комиссии  
по направлению подготовки «Биология»  
О. А. Федосова



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ</b> .....	4
<b>2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	5
<b>3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ</b> .....	5
Практическое занятие № 1 .....	6
Практическое занятие №2.....	8
Практическое занятие №3 .....	9
Практическое занятие №4.....	14
Практическое занятие №5 .....	15
Практическое занятие №6.....	17
Практическое занятие №7.....	19
Практическое занятие №8.....	26
<b>ТЕМАТИКА ДОКЛАДОВ</b> .....	27
<b>РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА</b> .....	28

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 1. Цели и задачи дисциплины:

Основной целью курса Русский язык и культура речи является совершенствование навыков грамотного письма и говорения в профессиональном общении.

Данная цель обуславливает постановку следующих задач:

- повышение уровня орфоэпической, лексической, грамматической и стилистической грамотности;
- изучение основ риторики и лексико-стилистических особенностей языковых конструкций научной и официально-деловой направленности;
- изучение принципов и эффективных методов речевого взаимодействия;
- формирование умений продуцирования связных, правильно построенных монологических и диалогических текстов в соответствии с коммуникативными намерениями говорящего и ситуацией общения.

### 2. В результате изучения дисциплины студент должен:

#### 2.1 Знать

- виды и формы коммуникации в устной и письменной формах
- виды, средства, формы и методы вербальной коммуникации;
- нормы литературного языка;
- основные направления совершенствования навыков грамотного письма и говорения;
- основы построения аргументированной и логически верной письменной и устной речи;
- особенности стилистической обусловленности использования языковых средств;
- содержание всех разделов данного курса;
- структуру языка как средства коммуникации;
- технологии логически верного построения устной / письменной речи в профессиональной сфере / в различных областях как научного, так и прикладного знания;
- этические и этикетные аспекты своей профессиональной деятельности;

#### Уметь

- активно использовать различные формы, виды устной коммуникации на родном языке в учебной и профессиональной деятельности;
- выстраивать конструктивное межличностное и групповое взаимодействие в коллективе;
- грамотно в орфографическом отношении оформить любую языковую единицу ;
- использовать лексические единицы, которые соответствуют уровням языка и нормам современного литературного языка (акцентологическим, орфоэпическим, лексическим, морфологическим, словообразовательным, пунктуационным, орфографическим и другим);
- логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь
- определять тему, цель, структуру речи, формулировать тезис и подбирать аргументы;
- писать конспекты и рефераты, составлять аннотации, тексты заявлений, объяснительных и докладных записок, постановлений, решений собраний, инструкций редактировать написанное;
- представлять результаты аналитической и исследовательской работы в виде выступления, доклада, информационного обзора, аналитического отчета, статьи;

#### Иметь навыки (владеть)

- анализа логики различного рода рассуждений,
- аргументированного изложения собственной точки зрения;
- аргументированной и логически выстроенной письменной и устной речью
- всеми видами речевой деятельности и основами культуры устной и письменной речи ;
- коммуникации в устной и письменной формах
- литературной и деловой письменной и устной речи на русском языке,
- научной работы ;
- нормами речевого этикета;
- нормами русского литературного языка с целью повышения правильности речи, её выразительно-сти и максимального воздействия на собеседника (слушателя); аргументации, ведения дискуссии.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика практических занятий (семинаров)
1.	1	Современный русский литературный язык и его подсистемы. Формы существования РЛЯ
2.	1	Речь. Речевые коммуникации
3.	1	Нормы литературного языка. Орфографические, орфоэпические, акцентологические. Нормы употребления различных частей речи. Синтаксические нормы.
4.	1	Лексика современного русского языка.
5.	2	Функциональные стили
6.	2	Научный стиль. Основы конспектирования и реферирования
7.	2	Основы риторики.
8.	2	Официально-деловой стиль. Составление деловой документации
9.	3	Понятие культуры речи. Основные качества идеальных текстов

## 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Реализация программы дисциплины «Русский язык и культура речи» предусматривает использование разнообразных форм и методов, обеспечивающих сбалансированную интеграцию лекционного материала, материала для практических занятий и самостоятельной работы студентов и осуществляемых в соответствии с требованиями Госстандарта. Эти методы основаны на принципах развивающего образования и создания специальной образовательной среды.

Одним из основных видов аудиторной работы обучающихся являются практические занятия. Практические занятия – это метод репродуктивного обучения, обеспечивающий связь теории и практики, содействующий выработке у студентов умений и навыков применения знаний, полученных на лекции и в ходе самостоятельной работы. На практических занятиях закрепляются теоретические знания, формируются навыки овладения нормами современного русского литературного языка, а также рассматриваются трудные случаи произношения, словоупотребления, грамматики и правописания в деловом общении, отрабатываются навыки практического применения знаний в условиях, приближенных к реальной профессиональной деятельности учащихся. Проводимые под руководством преподавателя, практические занятия направлены на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы по дисциплине. Они также позволяют осуществлять контроль преподавателем подготовленности студентов, закрепления изученного материала, развития навыков подготовки сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений.

В основе методики преподавания курса «Русский язык и культура речи» лежат современные подходы к содержанию и методике преподавания дисциплины, основанные на следующих принципах.

Профессиональная ориентация обучения. Весь лекционный и практический материал ориентирован на сферу будущей профессиональной деятельности студента. Это выражается в отборе лексики, видов речевой деятельности и наглядного материала.

Коммуникативность обучения. Диалоги и микротексты, предлагаемые на практических занятиях слушателям, приближены к реальным ситуациям общения. Используются активные формы проведения занятий: тренинги, элементы деловой игры и др.

Индивидуализация обучения и самоконтроль. Для занятий подбирается материал, различный по степени сложности, проводится обучение самостоятельной работе с лингвистическими словарями. Слушатели учатся выявлять языковые тенденции и закономерности в предложенном языковом материале. Зачёт проходит в форме индивидуальной беседы преподавателя с учащимися по билетам, содержащим ряд практических заданий.

Актуальный характер рассматриваемых учебных материалов. Предполагается дискуссионный характер обсуждаемых на занятиях тем, а также рассмотрение таких проблем, которые выходят за рамки чисто лингвистических и активно обсуждаются всем обществом.

В результате прохождения курса «Русский язык и культура речи» и самостоятельной работы студент должен приобрести определённые знания по русскому языку, которые проверяются преподавателем во время зачета.

Материалы для зачета нацелены на проверку знаний произносительных, акцентологических, лексических, грамматических, орфографических и пунктуационных норм современного русского литературного языка.

Кроме того, выполняя специальные задания, студент должен уметь найти и исправить речевые ошибки, часто встречающиеся в деловой устной и письменной речи. С этой целью во время зачета слушателю предлагается отредактировать ряд предложений, содержащих смысловые, стилистические, лексические и другие ошибки.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает, выставляя в рабочий журнал текущие оценки, при этом студент имеет право ознакомиться с ними.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1

### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЯЗЫКЕ. СОВРЕМЕННЫЙ РУССКИЙ ЛИТЕРАТУРНЫЙ ЯЗЫК И ЕГО ПОДСИСТЕМЫ. ФОРМЫ СУЩЕСТВОВАНИЯ РЛЯ

**Задание 1.** В приведенных записях диалектной речи укажите языковые особенности (диалектизмы), не свойственные литературному языку (фонетические, лексические, морфологические, словообразовательные). Укажите синтаксические особенности разговорной диалектной речи. Создайте социально-психологический портрет говорящего.

**А.** — Скажите о том, как у вас раньше свадьбы играли.

— Свадьбу? Скажу про себя. Была я семнадцати лет... Был сенокос... Ну подкашиваем, вдруг соседка идет, идет прямо к отцу... А я ей, такая была, так и говорю: «А что ты, Олена, к нам-то не привернула?» — «Ну, если приглашаешь, так приверну». Подходит к моему старшему брату, поклонилась и кричит: «Ну, Александр, поезжай, пропивай сестру, женихи на сестру сватаются». А брат косы лопатил у нас, он жены своей лопатил косу. Косы были, горбуши назывались. Ну вот. Потом он этой жены косу отлопатил, взяла я, стала подавать свою косу. Он меня и поддразнил: «Хе, как девица-то, женихи сватаются». Я чуть не заплакала. Он говорит: «Глупая, какая-то ты невеста? Еще не отдам».

**Б.** — А потом ишо вот... сын женился, сноха родила, ишо я бабой работала... Ну тут на пенсию пошла, и так больше стала вот нянчиться. У тех две девки вырастила, чэтыре жимы водилася: с той два года, да с дру-гой... Колька-то, мой парень, там тоже чэтыре жимы жила, тоже с ребятами.

**В.** — Вот на Пасху-то дак всю ночь пекем, тут ночь и не спим. С вечера, еще в шесть часов тесто месили, да вот замесишь с бычьей голову тесто-то, вот и скешь сидишь, две-три кучи наскешь этих сочиней-то, да еще... калиточки зовутся, опеки же большие же наскешь, эти опеки с квашни наливашь, да на сковородки наливашь, кислы шаньги звались... А кислы— это льют на сковородки, на сковородочки и сверху помазут сметанкой — вот это называют кисла шаньга.

**Г.** Лагун—ушат сделан, ив исподи дно, и наверьху дно. И втулкой деревянной накрыват-то, дак вот дыра и сделана кругла, и тут же тулка, называется тулка, закрывать. И вот закроют и эту дыру, кругом-то того закрепят, замажут, шобы дух не выходил. И вот крепко пиво, а пониже одеть ко дну-ту этот гвоздь, коды то набирають, сделан деревянный гвоздь. Кода пить, то выдергают.

**Задание 2.** Укажите слова из жаргона преступного мира. Какое название в языкознании они получили?

Предъявы делаются на сходняках  
(«Непонятки» бандитских понятий»)

Бандитские структуры, естественно, заинтересованы в постоянном увеличении доходов... Для того чтобы заполучить новую фирму, есть несколько способов, одним из которых является так называемая пробивка. Упрощенно «пробивка» выглядит так: экипаж бандитской машины заходит в недавно открывшееся кафе или магазин и вежливо интересуется у хозяина, кому он платит, кто его охраняет...

«Пробивка» — рабочий момент бандитской профессии, как правило, она проходит мирно. «Пробитую» точку (кафе, фирму, магазин) заносят в реестр личного учета банды — либо как свою, либо как чужую (информация о «коллегах» лишней не бывает). «Пробивки» могут быть с «наездами» и без.

«Наезд» — способ психологического и физического давления на бизнесмена — в основном для стимуляции его искренности и деморализации.

«Пробивка» с «наездом» — это все то же самое, но с более глубокими эмоциями: «Ну, ты, падла, крыса, мышь! Кому платишь, гнида! Слышь, ты нам по жизни должен! Ты понял, нет?!» и т.д., и т.п.

Как уже говорилось выше, «пробивки» обычно заканчиваются «стрелками» [встречами с конкурирующими бандитами], которые не принято «динамить». Во-первых, это просто невежливо, во-вторых, это дает козыри «продинамленной» стороне.

Бывают «стрелки» конфликтные, когда одна из сторон может считать, что ее интересы ущемлены. Такая «стрелка» может закончиться «разборкой», т.е. силовым конфликтом. Поскольку всегда есть шанс нарваться на «отмороженных» (на «беспредельных», жестоких, неумных и жадных «коллег»), «стрелки» обычно назначаются в очень людных местах, где пользоваться оружием затруднительно (рынки, кафе, магазины), либо, наоборот, в местах глухих и уединенных, куда каждая сторона может без лишней нервотрепки привезти оружие.

Каждому бизнесмену нужно очень хорошо представлять, что такое так называемые разводки.

«Разводка» — это, по сути дела, обман, мошенничество, которое вынуждает «разводимого» поступать так, как надо «разводящим».

**Задание 3.** Укажите жаргонизмы и определите, в какой социальной группе они возникли.

1. Парень один из Крылатского. У него квартира — отпад. А родители живут на даче. Мы там часто тусуемся.

2. Есть карманники — «верхушечники», работающие по верхам с минимальным риском, тянущие то, что плохо лежит. Таким очень помогают модные «чужие» сумки и еще распаивающиеся сумки — «самосвалы» с магнитными застежками, оттопыривающиеся карманы и... наша традиционная русская беспечность. Другие «спецы» работают с «мойкой» — лезвием отечественного производства.

3. Главной особенностью стало то, что с отечественными разведчиками экстра-класса, т.е. «рэксами», мерялись силами представители элитных спецподразделений армии Словакии и США.
4. Белыми люблю «сицилианку», а черными предпочитаю защиту Грюнфильда, хотя она не пользуется репутацией надежной защиты.
5. Два года в армии делятся на четыре части. И в каждой для солдата своя кличка. Те, кто служит первые полгода, — «духи», кто вторые — «черпаки». Они могут командовать «духами». Тот, у кого служба перевалила на второй год, — «фазаны». Ну а тем, у кого до ухода в запас 5—6 месяцев — «дедам» или «дембелям», — дозволено все — от мордобоя до сексуального насилия.
6. К выборам «яблочники» собираются подойти с «отработанной экономической и серьезной политической идеологией».
7. Навскидку: только за последний месяц телевидение «цитировало» без ссылки на «Российскую газету» премьера России, министра финансов, министра труда, не говоря уже о том, что авторы эксклюзивной информации газеты сталкиваются с телевизионной озвучкой своих материалов без ссылки на источники.
8. Отвоевав три месяца, «дикие гуси» с калужской земли убедились, что контракт и обещания — ложь.
9. Если богатым и предприимчивым людям захочется вдруг «раскрутить» звезду, сообщаем необходимые сведения. (Из газет)

**Задание 4. Какие из выделенных словосочетаний являются свободными, а какие несвободными?**

1. Мейсон вологодского разлива (заголовок). Было время, когда девочек сплошь и рядом называли Нинель, т.е. «Ленин» задом наперед, или Даздраперма— «Да здравствует Первое мая» в сокращенном варианте. Та мода, к счастью, ушла, а какая пришла? ...Не так давно в России стало модным называть детей в честь героев «мыльных опер». На свет появилось множество Джулий и Мейсонов.
2. Новый самолет может производить взлет с суши и с воды и совершать посадку на сушу и на воду.
3. Американские куриные окорочка - «ножки Буша», заполнившие местный рынок, можно вытеснить лишь продукцией лучшего качества, такой, как знаменитый тамбовский окорок, который в давние времена поставляли к царскому двору.
4. Рэкетир никого не убивал, но при одном его появлении на улице с огромным королевским догом многих людей охватывает дрожь.
5. Обвиняя нынешнюю власть во всех смертных грехах, руководители оппозиции явно черпают вдохновение в терминологии застойных времен.
6. Су-37 на демонстрационных полетах покажет коронные номера «кобру Пугачева», «колокол», «чакру Фролова». Эти фигуры высшего пилотажа не способен исполнить ни один зарубежный истребитель.
7. Флюгеры автоматически указывали силу воздушных потоков, на всех «ветряках» устанавливалась «роза ветров» с укрепленными железными буквами NOSW.
8. Надежды на то, что «заграница нам поможет» вывести экономику из кризиса, давно уже сменились пониманием реального положения дел.

**Задание 5. Какие слова или их значения являются новыми в приведенных юморесках о всепоглощающей любви к компьютерам героя рубрики «Кириллица» из подростковой петербургской газеты «Пять углов»?**

1. Однажды Кирилл увидел, что ему на голову падает кирпич. «Похоже на тетрис!» — успел подумать он.
2. Однажды Кириллу на день рождения подарили ружье. «Зачем оно мне?!» — удивился Кирилл. Ему ответили вопросом: «Но ты же сам просил винчестер?!»
3. Знаете ли вы, почему Кирилл может стрелять только из револьвера? Он спускает боек большим пальцем, как на джойстике.
4. Однажды Кирилла как хакера попросили «взломать» Ascanoid. Он сделал это — все стенки в Ascanoid'e стали «взломанными» — он нарисовал на них трещины.
5. Однажды Кирилл решил сделать антивирус против всех вирусов и сделал! Вернее, нашел — это был авто-клав с температурой до 300 градусов.

**Задание 6. Выделите специальную лексику, разграничивая термины и профессионализмы, профессионально-жаргонные и просторечные слова. Дайте оценку их стилистическому использованию в контексте.**

1. Почему ночью выскочил брак? 2. Допустили нулевые позиции по дизелям, потому что чугушка половину блоков сумела загнать в брак. 3. Модельный цех в жестком прорыве. Перебой с чугунами ликвидирован вечером. 4. Печи ремонтировались, но программа «горела», рабочие не выполняли норм, и заработки их падали. 5. Если зарежем первомайскую программу, то какое уж там «освоение»? 6. Завод третий день лихорадит коленвал. 7. Нет, она не ошиблась. Ни пригаров, ни пролысин на детали не было. 8. Мы с вами намечали ставить вторую пескодувку. 9. Как вести расцеховку фондов и материалов? 10. Как у тебя с испытанием новой конструкции? Сколько часов накрутил?

**Задание 7. Охарактеризуйте в газетных текстах выделенные слова, определите их значение, стилистическую окраску, подберите к ним общеупотребительные синонимы (за справками обращайтесь к толковому словарям).**

1. Это простая швейная машина, какими пользуются все пошивочные фабрики. 2. Одна из самых лучших брючниц ателье Анна Серова. 3. Лесничий клеймил на порубку дерева. 4. Вчера прислали на кордон рабочих просветлять культуры. 5. Видимо, гроссмейстер выходит на чистое первое место. 6. Спортсмен всю осень готовил новую произвольную программу и сейчас впервые обкатал ее перед зрителями. 7. В таком положении переключателя стрелка прибора должна выйти из желтого сектора и отклониться вправо, причем возможен зашквал. 8. На строительстве двух нулей бригада сэкономила полтора месяца. 9. Герой забега счастливо улыбался: «Ох, и не привык я так долго бегать...» Но тренеры считают, что Олегу всерьез нужно обратить внимание на пятикилометровку, а не держаться только за свою коронную полторку. 10. Шкурование производится при помощи шкуровки.

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2**

### **СЕМИНАР-ПРАКТИКУМ**

#### **Речь. Речевые коммуникации**

#### **РЕЧЬ В МЕЖЛИЧНОСТНЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ**

#### **ОТНОШЕНИЯХ План семинара:**

1. Язык и речь. Речь, ее особенности
2. Структура речевой коммуникации
3. Речь и взаимопонимание
4. Особенности речи в межличностном общении
5. Фатическая и информативная речь
6. Речь и самораскрытие
7. Речь и самооценка
8. Роль слушающего
9. Особенности речевого поведения в социально ориентированном общении
10. Речь и социализация
11. Речь как средство утверждения социального статуса

#### **Контрольные вопросы**

1. Что такое язык?
2. Назовите основные функции языка.
3. Какова структура языка и его уровни?
4. Чем отличаются парадигматические, синтагматические и иерархические отношения между языковыми единицами?
5. Почему язык называют знаковой системой? Какие единицы языка являются основными знаками?
6. Что такое речь? Как соотносятся язык и речь?
7. Что такое метафоризация речи?
8. Можно ли говорить о речи как о форме поведения? В чем проявляется коммуникативный аспект речи?
9. Перечислите основные структурные компоненты речевой коммуникации.
10. Какие ближайшие и отдаленные цели могут ставить перед собой участники речевого общения?
11. Назовите известные вам речевые роли говорящих. Дайте общую характеристику стилей говорящих и слушающих.
12. Укажите особенности языка, способные вызвать трудности в восприятии речи.
13. Чем отличается фатическое речевое поведение от информативного речевого поведения в межличностном взаимодействии?
14. Что такое «эгоречь»? Как она проявляется?
15. Что можно увидеть в «Окне Джохари»?
16. Опишите поддерживающий и неподдерживающий стили поведения.
17. Охарактеризуйте нерефлексивный, рефлексивный, эмпатический виды слушания.
18. Каковы отличительные особенности речевой деятельности в социальном взаимодействии?
19. Почему в начале любого коммуникативного акта от его участников требуется понимание собственной социальной роли и роли партнера?
20. Приведите основные правила речевой коммуникации, обеспечивающие возможность совместной деятельности.
21. Что такое речевые стратегии и тактики?
22. Чем отличается эгоцентрическая речь детей от социализированной речи взрослых?
23. Как с помощью речевых средств можно демонстрировать социальный статус и регулировать социальные отношения между общающимися?
24. Какие речевые приемы усиливают или ослабляют влияние сообщения?



**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3**  
**НОРМЫ РУССКОГО ЛИТЕРАТУРНОГО ЯЗЫКА**

**ОРФОЭПИЧЕСКИЕ НОРМЫ СОВРЕМЕННОГО РУССКОГО ЯЗЫКА Задание 8.**

**Произнесите следующие слова. Укажите, в каких случаях допустимы варианты произношения имеются ли стилистические различия**

Булочная, поточный, конечно, моточный, маскировочный, скучный, нарочно, горячечный, алчный, пустячный, сливочный, встречный, яичница, пшеничный, прачечная, беспечный, Ильинична, речной, печник, сердечный, Никитична, дачный, калачный, двоечник, горчичный, девичник, полуночник, сказочный, Фомина, мелочный, порядочный, булочный, будничный, взяточник, бутылочный.

**Задание 9. Как произносится буква «г» в следующих словах**

Гвардия, гастролы, гегемон, гектар, когда, гениальный, гигиена, гносеология, смягчить, мягкий, мягчайший, легковой, легкомысленный, благо, родство, универмаг, флаг, монолог, Бог, каталог, досуг, своего, другого.

**Задание 10. Укажите какой звук произносится под ударением. В каких случаях произношение данного звука зависит от значения слова?**

Акушер, афера, безнадежный, бесхребетный, гренадер, желчный, иноплеменный, местоименный, никчемный, облекший, пересекающий, истекший, современный, зев, пересек, опека, бытие, дебелый, отцветший, оседлый, блеклый, донесший, двоеженец, маневры, запечатленный, щепоть, недоуменный, крестный, же-лоб, житье-бытье.

**Задание 11. Определите произношение безударного «о» в словах иноязычного происхождения**

Боа, бокал, досье, зоопарк, конституция, концерн, концерт, ноктюрн, отель, поэзия, поэма, поэт, рояль, соната, сонет, фойе, фонетика, эволюция, какао, радио, трио.

**Задание 12. Какой звук, твердый или мягкий, произносится перед буквой «е» в следующих словах.**

альтернатива, Рерих, пакет, деканат, темп, диспансер, термин, шинель, поэтесса, депо, стенд, молекула, ректор, турне, пресса, шоссе, партер, кодекс, энергия, демократия, схема, гротеск, потенциальный, предложение, декада, тенденция, экспресс, музей, тембр, деспот, антитеза, Одесса, Ремарк, туннель, Рембрандт, претензия, шедевр, тезис, интерпретация, стресс, Брехт, проекция.

**ГРАММАТИЧЕСКИЕ НОРМЫ РУССКОГО ЛИТЕРАТУРНОГО ЯЗЫКА ИМЯ СУЩЕСТВИТЕЛЬНОЕ ИМЯ ПРИЛАГАТЕЛЬНОЕ Задание 13. Определите род**

**несклоняемых существительных, согласуя с ними определения (за справками обращайтесь к словарям).**

Вульгарн... арг, рискован... антраша, звучащ... банджо, выдержан... бри, опасн... динго, красив... драпри, ярк... индиго, юн... кабальеро, больш... гну, забавн... гризли, крошечн... колибри, бескрыл... киви-киви, остроумн... конферансье, маленьк... кули, прохладн... мацони, уважаем... кюре, сочн... манго, молод... марабу, сед... маэстро, прекрасн... перы, стар... рантье, заброшен... ранчо, матов... габбро, справедлив... рефери, маленьк... цеце, увлекательн... шоу, установлен... эмбарго.

**Задание 14. Поставьте заключенные в скобках слова в нужной форме.**

1. На днях состоялась премьера новой пьесы (Жан Поль Сартр). 2. В произведениях французской писательницы (Жорж Санд) затрагиваются многие социальные проблемы. 3. Профессору (П.Я. Черных) принадлежит ряд работ по истории русского языка. 4. Похождения итальянского авантюриста (Казанова) послужили сюжетом для одного из кинофильмов. 5. В Москву приехали индийские врачи супруги (Найк).

**Задание 15. Составьте словосочетания с приведенными ниже словами. Установите, отличаются ли слова каждой пары по значению или стилистически.**

Кондукторы – кондуктора, лагеря – лагерь, учителя – учителя, пропуски – пропуска, корпуса – корпуса, счета – счета, провода – провода, токи – тока, образы – образа.

**Задание 16. Поставьте имена существительные в форму именительного падежа множественного числа. Укажите возможные варианты, объясните их употребление, назовите устаревшие формы.**

Адрес, бухгалтер, век, волос, директор, ректор, договор, доктор, инженер, лектор, профессор, слесарь, сорт, токарь, отпуск, цех, шофер.

**Задание 17. Поставьте имена существительные в форму родительного падежа множественного числа.**

Амперы, апельсины, баклажаны, баржи, ботинки, валенки, вафли, гектары, граммы, килограммы, комментарии, мандарины, минеры, носки, плечи, рельсы, помидоры, сапоги, свадьбы, солдаты, туфли, яблоки, яб-лони.

**Задание 18. Подумайте, правильно ли в приведенных предложениях употреблены формы числа, падежа существительных. Исправьте ошибки.**

1. Отчет о конференции был представлен лишь к первому октябрю. 2. На поверхности рельс матово поблескивали огоньки уходящего поезда. 3. Мы купили несколько килограммов баклажан и помидор. 4. Коллектив принял решение о присвоении 10 работникам звания Героев Труда. 5. В этом году предвидится больш-шой урожай черешни, вишни, абрикос. 6. В чемодане лежало много чулков и носок. 7. На конференции не присутствовали только профессора, находящиеся в отпуску.

**Задание 19. Укажите случаи немотивированного использования прилагательных. Исправьте ошибки.**

1. Спортсмен ловчее соперника выполнил упражнение. 2. Поезд начал двигаться несколько побыстрее. 3. Этот метод наиболее лучший. 4. Мы столкнулись с самой наисложнейшей проблемой. 5. Эта птичка, пожалуй, бойчее, да и поет звончей. 6. Он добрый, но слаболовен. 7. Мы уже готовые к отъезду.

#### **ГРАММАТИЧЕСКИЕ НОРМЫ РУССКОГО ЛИТЕРАТУРНОГО ЯЗЫКА ГЛАГОЛ.**

#### **ИМЯ ЧИСЛИТЕЛЬНОЕ СИНТАКСИЧЕСКИЕ НОРМЫ Задание 1.**

**Приведенные ниже глаголы поставьте в форме 3 лица единственного числа.**

Вручить, включить, звонить, кружить, прислониться, жалить, копить, повторить, облегчить, мотать, мо-лоть, уместить.

**Задание 2. Поставьте в форме прошедшего времени женского рода единственного и множественного числа следующие глаголы.**

Брести, вить, вести, брить, внять, гнать, грызть, долить, жать, замереть, замять, класть, красть, крыть, лезть, мести, мочь, ныть, обрести, дать, пережить, расцвести, пренебречь.

**Задание 20. Раскройте скобки, выберите подходящий вариант, мотивируйте свой выбор; уберите неправильные формы; цифры напишите прописью.**

1. Библиотека института ежемесячно пополняется (300 - 400 книг). 2. Вместе с новыми (1203 слова) учебник немецкого языка будет насчитывать свыше (4,5 тысячи) слов. 3. Разность между (87) и (58) составляет (29). 4. Второй советский искусственный спутник Земли находился в космосе без малого (163 суток). 5. Вес третьего советского искусственного спутника Земли был равен (1327 кг). 6. Небольшой старинный город с (4675 жителей), красиво расположенный по (оба – обе) сторонам живописной реки, привлекает много туристов. 7. На Венере день и ночь длятся по (10-12) земных суток, то есть по (250-300) часов. 8. В эту суровую зиму стае волков пришлось по (много - многу) дней бродить в поисках пищи. 9. В общей сложности на машины было погружено (22,4 тонн) угля. 10. На дорогу у нас ушло (полтора - полторы) суток. 11. В работе кружка принимало участие около (полтора десятка) студентов. 12. Можно было вполне обойтись (полторы тысячи рублей). 13. Трамвайная остановка находится совсем близко, в (полтора шага) отсюда. 14. На традиционных встречах выпускников я ежегодно встречаю всех своих (24 однокурсника). 15. Из 31 (участника – участников) соревнований особенно выделялись трое.

**Задание 21. Исправьте стилистические ошибки в предложениях.**

1. Решимость прогрессивных сил во всех частях света не допустить новую войну вселяет в нас уверенность в победу дела мира. 2. К концу месяца комиссия должна будет отчитаться о проделанной работе. 3. Подобное бюрократическое решение тормозит развитию физкультурного движения. 4. Мыслимо ли равнодушие педагога за судьбу своих воспитанников? 5. Рецензируемая работа отличается среди других опубликованных на ту же тему тонким анализом материала. 6. Все эти жалобы, как оказалось при проверке, ни на чем не были обоснованы. 7. Прилагая счет на обусловленную сумму, прошу оплатить мне за проделанную работу. 8. О том, каких успехов добилась группа, видно из результатов экзаменационной сессии. 9. Перед нами сейчас, как и в прошлом году, предстоит ответственная задача хорошо провести производственную практику. 10. Человечество охвачено страстным стремлением к тому, чтобы война в силу своей чудовищности изжила бы самое себя. 11. Комиссия осмотрела общежитие, которому в свое время было уделено много средств и внимания, которое находится в бывшем гараже. 12. На производственном совещании обсуждались вопросы дальнейшего улучшения качества выпускаемой фабрикой продукции и нет ли возможности снизить себестоимость. 13. Товарищ, который привел этот факт, оказавшийся большим знатоком вопроса, привел убедительные доводы в пользу своего утверждения. 14. Некоторые из выступавших в прениях высказали предположение, что не хотел ли докладчик умалить значение своего собственного предложения.

**Задание 22. Исправьте в приведенных ниже предложениях ошибки, связанные с управлением.**

1. Надо пожелать школьникам новых успехов в учебе, чтобы мы могли радоваться этими успехами. 2. Некоторые ученики тормозят выполнению общих заданий. 3. Робость, неуверенность в свои силы уже давно преодолены. 4. Встречи, сбор материалов вызывают интерес учащихся о прошлом города. 5. А потом оказалось, что эти претензии ни на чем не обоснованы. 6. Поэт воспеваает о преданности Родине. 7. Молодые хоккеисты были разочарованы в результате первой встречи. 8. Нужно проявлять большую заботу к детям. 9. Писатель ярко показал о тех качествах, которые не украшают человека. 10. Сережа бросился в постель, уткнувшись подушкой. 11. Эти факты говорят за то, что школьники совсем перестали читать. 12. Юноша думал о том, как с ним отнесутся в новой школе. 13. На лыжном кроссе участвовал весь класс. 14. Из-за далеких стран прилетели пернатые друзья. 15. О трудностях я остановлюсь в дальнейшем. 16. Участники обсуждения подтверждали свои предложения на примерах. 17. Этому учеников воспитывали в школе. 18. Неоднократно подчеркивалось о том, что прямолинейный подход к предмету обедняет результаты исследования. 19. Так, например, в повести Эжена Ионеско описывается о жизни деревни. 20. Читатель просит объяснить о роли литературы.

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4**  
**ЛЕКСИКА СОВРЕМЕННОГО РУССКОГО ЯЗЫКА**

**ЛЕКСИКА И ФРАЗЕОЛОГИЯ Задание 23. Из скобок выберите слова, которые наиболее точно выражают мысль; мотивируйте свой выбор.**

Человек (изобрел, нашел, отыскал, придумал, создал) слова для всего, что обнаружено им (в мире, во вселенной, на земле). Но этого мало. Он (назвал, объяснил, определил, указал на) всякое действие и состояние. Он (назвал, обозначил, объяснил, окрестил, определил) словами свойства и качества всего, что его окружает. Словарь (воспроизводит, определяет, отображает, отражает, фиксирует) все изменения, (происходящие, совершающиеся, существующие) в мире. Он (запечатлел, отразил, сохранил) опыт и мудрость веков и, не отставая, сопутствует жизни, (движению, прогрессу, развитию) техники, науки, искусства. Он может (выделить, назвать, обозначить, определить, указать на) любую вещь и располагает средствами для (выражения, обозначения, объяснения, передачи, сообщения) самых отвлеченных и обобщенных идей и понятий.

**Задание 24. Выберите нужное слово или словосочетание; мотивируйте свой выбор.**

1. На месте небольшого завода (возведен, построен, создан) крупный деревообрабатывающий комбинат. 2. В зависимости от конкретных условий установка может быть (построен, смонтирован, создан, установлен) как на открытой площадке, так и в помещении. 3. Уже в октябре фермер стал (отгружать, поставлять, отправлять, сдавать) зеленый лук в магазины столицы. 4. Технолог Калинина предложила (переделать, преобразовать, модернизировать, обновить, изменить) конструкцию двух (большой, крупный, мощный, огромный) горизонтально-расточных станков. 5. На ковровом комбинате в (прошедшем, минувшем, прошлом) году производство наладилось. Уже (выпущен, изготовлен, произведен, сделан) 867 кв. метров (продукция, ковры и дорожки, ковровые изделия). 6. Известно (любому, всякому, каждому), что даже самые (хорошие, отличные, прекрасные, великолепные, превосходные) условия работы еще не (определяют, решают, обеспечивают, гарантируют) успеха. 7. В этом произведении автору удалось (раскрыть, вскрыть, воспеть, изобразить, описать, представить) трагические события в жизни (своего поколения, своих сверстников, своих современников). 8. Этот (недостаток, порок, дефект) в детали можно (увидеть, выявить, определить, заметить, отметить) невооруженным глазом. 9. Победителю конкурса (присуждена, присвоена, выдана, выделена) премия. 10. В новом отеле (первоочередное, первостепенное, главное, ведущее, важнейшее) внимание обращают на (хорошее, прекрасное, безукоризненное, оптимальное, внимательное) обслуживание гостей.

**Задание 25. Дайте оценку употреблению выделенных слов. В случае неправильного выбора слова исправьте предложения (примеры взяты из художественных и публицистических произведений).**

1. В просторном аквариуме под мелодичный шелест фонтанчиков носятся золотые рыбки. 2. Пепельница выпала из рук Владислава и раскололась на мелкие кусочки. 3. Лихачей неизменно встречает авария. 4. Наш район характерен своей промышленностью, его продукцию уважают в России и за рубежом. 5. Наша область славится возделыванием хороших оренбургских платков. 6. В транспортировке кормов участвует семь подвод.

**Задание 26. Объедините слова из левой и правой колонки, учитывая особенности их лексической сочетаемости. Укажите возможные варианты.**

1. Античный, классический,  
врожденный, прирожденный,  
гостеприимный, радушный, хлебосольный  
губительный, пагубный,  
единый, один,  
длинный, длительный, долгий  
долговременный, продолжительный.

мифология, языки,  
талант, ум,  
прием, хозяин, человек,  
влияние, действие,  
миг, момент,  
воздействие, период, путь,  
сборы, кредит.

2. Выдвинуть, высказать,  
исправить, найти, устранить,  
обрести, найти,  
наложить, оставить,  
обнаружить, открыть,  
доказать, обосновать,  
предвещать, предсказать,  
расширить, увеличить, повисить.

гипотеза, догадка,  
недостатки, ошибки,  
опора, поддержка,  
отпечаток, след,  
закон, закономерность,  
теорема, теория,  
поражение, успех,  
возможности, потенциал.

**Задание 27. Прочитайте юмореску и замените повторяющиеся в ней слова. Подберите к ним языковые и контекстуальные синонимы.**

Скажите сами

Встретился мне один молодой писатель.

— Хочешь, я прочту тебе мой новый рассказ? — сказал он.

- Конечно, — сказал я.
- Ну как, нравится? — сказал он, кончив чтение.
- Я скажу тебе правду, — сказал я.
- Скажи, — сказал он.
- Во-первых, у тебя на каждой строчке «сказал я» да «сказал он», — сказал я.
- Сейчас можно говорить «сказал он» и «сказал я», — сказал он.
- Во-вторых, тебе нечего сказать, — сказал я.
- Я сказал все, что хотел сказать, — сказал он.
- Чем такое говорить, лучше вообще не говорить, — сказал я.
- Ну что сказать о человеке с таким вкусом? — сказал он.
- Я сказал то, что думал, — сказал я.
- Правду сказали мне, что ты кретин, — сказал он.
- Повтори, что ты сказал? — сказал я.
- Что сказал, то и сказал, — сказал он.
- Еще слово скажешь? — сказал я.
- Скажу еще больше, — сказал он.
- Ну что такому скажешь! — сказал я сам себе. Теперь скажите сами: разве я ему неправду сказал?

**Задание 28. Исправьте речевые ошибки в следующих предложениях.**

1. Этот памятник русской архитектуры поражает своими причудливыми габаритами.
2. Этим первым мощным порывом сазан часто вытягивает лесу в одну прямую линию с удилицем и легко рвет ее.
3. Лицо гос-подина принимает сонное состояние.
4. У учащихся выросла уверенность в своих силах.
5. У Печорина существует эгоизм.
6. Лица престарелого возраста должны тщательно следить за своим здоровьем.
7. Неус-танная любовь художника к динамике в искусстве хорошо известна.
8. Мы рассчитываем добиться качественных показателей.
9. Во многих районах вода оказалась в минимуме.
10. Обилие аксессуаров отягощает сюжет, отвлекая внимание от главного.
11. Революционеры-демократы вскрыли фиктивный характер бур-жуазной демократии.
12. Данная деталь является важнейшим фактором, на котором базируется надежность радиоэлектронной аппаратуры.
13. Преподаватель оперирует положительными примерами из жизни.

**Задание 29. Отредактируйте следующие предложения.**

1. Господа командировочные, получите командировочные удостоверения.
2. Председатель собрания представил слово докладчику.
3. Авторы предоставили издательству рукопись книги.
4. Можно начинать собрание: форум уже есть.
5. За нетактичное поведение пассажиру сделали замечание.

**Задание 30. Составьте предложения со следующими омонимами.**

Акция (ценная бумага) и акция (действие, направленное на достижение какой-либо цели); боны (кредитные документы) и боны (плавучие ограждения); бумагодержатель (владелец ценных бумаг) и бумагодержатель (приспособление для бумаги); гриф (птица) и гриф (клеймо, штемпель); некогда (нет времени) и некогда (когда-то); несколько (некоторое количество) и несколько (немного, в некоторой степени).

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №5**

**ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СТИЛИ СОВРЕМЕННОГО РУССКОГО ЯЗЫКА Задание 31.**

**Сопоставьте два описания грозы. К каким стилям они принадлежат? Сравните лексику и грамматический состав обоих отрывков. Проведите полный стилистический анализ текстов.**

1) Направо сверкнула молния, и, точно отразившись в зеркале, она тотчас же сверкнула вдали. Даль заметно почернела и уж чаще, чем каждую минуту, мигала бледным светом, как веками. Чернота ее, точно от тяжести, склонялась направо. Налево, как будто кто чиркнул по небу спичкой, мелькнула бледная, фосфорическая полоска и потухла. Послышалось, как где-то очень далеко кто-то прошелся по железной крыше. Между далью и правым горизонтом мигнула молния, и так ярко, что осветила часть степи и место, где ясное небо граничило с чернотой. Страшная туча надвигалась не спеша, сплошной массой; на ее краю висели большие, черные лохмотья, давя друг друга, громоздились на правом и на левом горизонте. Этот оборванный, разлохмаченный вид тучи придавал ей какое-то пьяное, озорническое выражение. Явственно и не глухо проворчал гром. Дождь почему-то долго не начинался.

2) Гроза – атмосферное явление, при котором в мощных кучево-дождевых облаках и между облаками и землей возникают сильные электрические разряды – молнии, сопровождающиеся громом. Как правило, при грозе выпадают интенсивные ливневые осадки, нередко град, и наблюдается усиление ветра, часто до шквала.

**Задание 32. Проанализируйте три отрывка научного стиля речи. К каким подвидам стилям они относятся? Докажите. Сравните использование слов различных лексических групп в каждом тексте.**

1) В исследовании омонимии как явления лексики остается много нерешенных вопросов. В ряде случаев проблема разграничения омонимии и полисемии может быть решена только при условии учета этимологии конкретного слова. При описании смысловой структуры слова важно учитывать дифференциальные и интегрирующие семантические признаки лексического значения. Если дифференциальные семантические признаки указывают на своеобразие значения толкуемого слова, то интегрирующие признаки подчеркивают сходство слов, относящихся к определенному тематическому ряду.

2) Лексические омонимы (греческое *homos* - одинаковый, *опута* - имя) - это слова, имеющие одинаковую форму (звучание, написание), но разное значение: *такт*<sup>1</sup> - «метрическая музыкальная единица», *такт*<sup>2</sup> - «чувство меры, создающее умение вести себя приличным, подобающим образом». Лексические омонимы объединяются в ряды - не менее двух слов, принадлежащих одной части речи.

3) Итак, попробуем определить, почему совершенно разные предметы получили одно название, например, мандарин «чиновник в феодальном Китае» и мандарин «плодовое цитрусовое дерево, а также его плоды». Прежде всего, следует отметить, что оба омонима иноязычного происхождения. В русский язык они вошли в разное время.

Чаще всего в западноевропейских и славянских этимологических словарях мандарин «цитрусовое дерево и его плод» объясняется как производное от мандарин «китайский чиновник». Приводятся различные признаки, положенные в основу такого переноса наименования. Растение могло быть названо мандарин, потому что, во-первых, китайские чиновники занимались разведением этого вида цитрусовых; во-вторых, одежды китайских чиновников сходны по цвету с этим плодом; в-третьих, возможно, европейцы усмотрели внешнее сходство плодов с желтолицыми китайскими сановниками.

Однако, возможно, происхождение наименования «мандарин» от названия какой-либо географической области (например, области Мандара в Африке). Вполне понятно, что в этом случае мандарины «деревья и плоды» не имеют ничего общего с мандаринами «китайскими чиновниками», кроме случайно совпавшего названия (аналогично совпали лама «южноамериканское животное» и лама «буддийский монах»).

**Задание 33. Прочитайте текст. 1. Определите, к какому стилю речи относится текст. Найдите языковые средства, характерные для этого стиля. 2. Найдите и подчеркните языковые средства, нехарактерные для этого стиля. Является ли их употребление стилистической ошибкой? Аргументируйте свое мнение.**

Боязнь разочарования Когда читатель нашего времени покупает и открывает новую книгу по истории или этнографии, он не уверен, что прочтет ее даже до середины. Книга может показаться ему скучной, бессмысленной или просто не отвечающей его вкусу. Но читателю-то еще хорошо: он просто потерял два-три рубля, а каково автору? Сборы сведений. Постановка задачи. Десятилетия поисков решения. Годы за письменным столом. Объяснения с рецензентами. Борьба с редактором. И вдруг все впустую — книга неинтересна! Она лежит в библиотеках... и ее никто не берет. Значит, жизнь прошла даром.

Это так страшно, что необходимо принять все меры для избежания такого результата. Но какие? За время обучения в университете и в аспирантуре будущему автору нередко внушается мысль, что его задача — выписать как можно больше цитат из источников, сложить их в каком-либо порядке и сделать вывод: в древности были рабовладельцы и рабы. Рабовладельцы были плохие, но им было хорошо; рабы были хорошие, но им было плохо. А крестьянам жилось хуже.

Все это, конечно, правильно, но вот беда — читать про это никто не хочет, даже сам автор. Во-первых, потому, что это и так известно, а во-вторых, потому, что это не объясняет, например, почему одни армии одерживали победы, а другие терпели поражения и отчего одни страны усиливались, а другие слабели. И наконец, почему возникали могучие этносы и куда они пропадали, хотя полного вымирания их членов заведомо не было.

Все перечисленные вопросы целиком относятся к избранной нами теме — внезапному усилению того или иного народа и последующему его исчезновению. Яркий пример тому — монголы XII-XVII вв., но и другие народы подчинялись той же закономерности. Покойный академик Б. Я. Владимирцов четко сформулировал проблему — «Я хочу понять, как и почему все это произошло?», но ответа не дал, как и другие исследователи. Но мы снова и снова возвращаемся к этому сюжету, твердо веруя, что читатель не закроет книгу на второй странице.

Совершенно ясно, что для решения поставленной задачи мы должны прежде всего исследовать саму методику исследования. В противном случае эта задача была бы уже давно решена, потому что количество фактов столь многочисленно, что речь идет не об их пополнении, а об отборе тех, которые имеют отношение к делу. Даже современники-летописцы тонули в море информации, что не приближало их к пониманию проблемы. За последние века много сведений добыли археологи, летописи собраны, изданы и сопровождаются комментариями, а востоковеды еще увеличили запас знаний, кодифицируя различные источники: китайские, персидские, латинские, греческие, армянские и арабские. Количество сведений росло, но в новое качество не переходило. По-прежнему оставалось неясным, каким образом маленькое племя иногда оказывалось гегемоном полумира, затем увеличивалось в числе, а потом исчезало.

Автор данной книги поставил вопрос о степени нашего знания, а точнее — незнания предмета, которому исследование посвящено. То, что на первый взгляд просто и легко, при попытке овладеть сюжетами, интересующими читателя, превращается в загадку. Поэтому обстоятельную книгу писать надо. К сожалению, мы не можем сразу предложить точные дефиниции (которые, вообще говоря, весьма облегчают исследование), но, по крайней мере, мы имеем возможность сделать первичные обобщения. Пусть даже они не исчерпают всей сложности проблемы, но в первом приближении позволяют получить результаты, вполне пригодные для интерпретации этнической истории, которую еще предстоит написать.

**Задание 34. Укажите слова и словосочетания, которые определяют их функционально-стилистическую принадлежность.**

1. Арендатор обязуется нести полную ответственность за все убытки, которые он может причинить Арендодателю вследствие использования земли не по прямому назначению в соответствии с настоящим договором либо вследствие своих некомпетентных действий. 2. За неисполнение или ненадлежащее исполнение условий настоящего договора стороны несут ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации. 3. На основании вышеизложенного мы, учредители АО, принимаем на себя обязательства по организации и регистрации АО. 4. Общество является юридическим лицом, обладает обособленным имуществом, имеет основные оборотные средства, самостоятельный баланс, расчетные и другие счета в учреждениях банков, может от своего имени приобретать имущество и личные неимущественные права, быть истцом и ответчиком в суде, арбитражном и третейском суде.

**Задание 35. Прочитайте пародийный текст, найдите в нем канцеляризмы и замените их нейтральными словами и выражениями, запишите отредактированный вариант текста.**

Осуществив возвращение домой со службы, я проделал определенную работу по сниманию шляпы, плаща, бо-тинок, переодеванию в пижаму и шлепанцы и усаживанию с газетой в кресло. Жена в этот период времени пре-творяла в жизнь ряд ответственных мероприятий, направленных на чистку картофеля, варку мяса, подметания пола и мойку посуды.

По истечении некоторого времени она стала громко поднимать вопрос о недопустимости моего неучастия в проводимых ею поименованных мероприятиях. На это с моей стороны было сделано категорическое заяв-ление о нежелании слушания претензий поданному вопросу ввиду осуществления мною в настоящий мо-мент своего законного права на заслуженный отдых.

Однако жена не сделала соответствующих выводов из моих слов и не прекратила своих безответственных высказываний, в которых, в частности, отразила такой момент, как отсутствие у меня целого ряда положительных качеств, как-то: совести, порядочности, стыда и проч., причем как в ходе своего выступления, так и по окончании его занималась присвоением мне наименований различных животных, находящихся в лич-ном пользовании рабочих и колхозников. После дачи взаимных заверений по неповторению подобных яв-лений нами было приступлено к употреблению в пищу ужина, уже имевшего в результате остывания по-ниженную температуру и утратившего свои вкусовые качества.

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №6  
НАУЧНЫЙ СТИЛЬ РЕЧИ**

**Задание 36. Напишите по тексту простой информационный реферат, учитывая его структуру, основные положения, аргументацию автора и выводы.**

**Задание 37. Составьте аннотацию на статью.**

**Задание 38. Составьте назывной план статьи.. Законспектируйте статью, используя приемы конспектирования. В работе используйте таблицу:**

План	Конспект

**Е.М. Лазуткина Этика речевого  
общения и этикетные формулы речи**

Этика речевого общения начинается с соблюдения условий успешного речевого общения: с доброже-лательного отношения к адресату, демонстрации заинтересованности в разговоре, «понимающего понима-ния» — настроенности и, мир собеседника, искреннего выражения своего мнения, сочувственного внима-ния. Это предписывает выражать свои мысли в ясной форме, ориентируясь на мир знаний адресата. В праздноречевых сферах общения в диалогах и полилогах интеллектуального, а также «игрового» или эмо-ционального характера особую важность приобретает выбор темы и тональности разговора. Сигналами внимания, участия, правильной интерпретации и сочувствия являются не только регулятивные реплики, но и паралингвистические средства — мимика, улыбка, взгляд, жесты, поза. Особая роль при ведении беседы принадлежит взгляду.

Таким образом, речевая этика - это правила должного речевого поведения, основанного на нормах морали, национально-культурных традициях.

Этические нормы воплощаются в специальных этикетных речевых формулах и выражаются в выска-зываниях целым ансамблем разноуровневых средств: как полнозначительными словоформами, так и сло-вами неполнозначительных частей речи (частицами, междометиями).

Главный этический принцип речевого общения — соблюдение паритетности — находит свое выра-жение, начиная с приветствия и кончая прощанием, на всем протяжении разговора.

**1. Приветствие. Обращение.**

Приветствие и обращение задают тон всему разговору. В зависимости от специальной роли собесед-ников, степени близости их выбирается ты-общение или вы-общение и соответственно приветствия здрав-ствуй или здравствуйте, добрый день (вечер, утро), привет, салют, приветствую и т.п. Важную роль играет также ситуация общения.

Обращение выполняет контактоустанавливающую функцию, является средством интимизации, поэтому на протяжении всей речевой ситуации обращения следует произносить неоднократно; это свидетельствует и о добрых чувствах и собеседнику, и о внимании к его словам. В фактическом общении, в речи близких людей, в разговорах с детьми обращение часто сопровождается или заменяется перифразами, эпитетами с уменьшительно-ласкательными суффиксами: Анечка, зайчик ты мой, милочка, киса; ласточки-касаточки и т.п. Особенно это характерно для речи женщин и людей особого склада, а также для эмоциональной речи.

Национальные и культурные традиции предписывают определенные формы обращения к незнакомым людям. Если в начале века универсальными способом и обращения были гражданин и гражданка, то во второй половине XX века большое распространение получили диалектные южные формы обращения по признаку пола — женщина, мужчина. В последнее время нередко в непринужденной разговорной речи, при обращении к незнакомой женщине употребляется слово дама, однако при обращении к мужчине слово господин используется только в официальной, полуофициальной, клубной обстановке. Выработка одинаково приемлемого обращения к мужчине и женщине — дело будущего; здесь скажут свое слово социокультурные нормы.

2. Этикетные формулы. В каждом языке закреплены способы выражения наиболее частотных и социально значимых коммуникативных намерений.

Так, при выражении просьбы в прощении, извинении принято употреблять прямую, буквальную форму, например: Извини(те), Прости(те). При выражении просьбы принято представлять свои «интересы» в непрямом, небуквальном вы-назывании, смягчая выражение своей заинтересованности и оставляя за адресату право выбора поступка; например: Не мог бы ты сейчас сходить в магазин?; Ты не сходишь сейчас в магазин? При вопросе: Как пройти?.. Где находится?; также следует предварить свой вопрос просьбой: Вы не могли бы сказать?; Вы не скажете?

Существуют этикетные формулы поздравлений: сразу после обращения указывается повод, затем пожелания, затем заверения в искренности чувств, подпись. Устные формы некоторых жанров разговорной речи также в значительной степени несут печать ритуализации, которая обусловлена не только речевыми канонами, но и «правилами» жизни, которая проходит в многоаспектном человеческом «измерении». Это касается таких ритуализованных жанров, как тосты, благодарности, соболезнования, поздравления, приглашения.

Этикетные формулы, фразы к случаю — важная составная часть коммуникативной компетенции; знание их — показатель высокой степени владения языком.

3. Эвфемизация речи. Поддержание культурной атмосферы общения, желание не огорчить собеседника, не оскорбить его косвенно, не вызвать дискомфортное состояние — все это обязывает говорящего, во-первых, выбирать эвфемистические номинации, во-вторых, смягчающий, эвфемистический способ выражения.

Исторически в языковой системе сложились способы перифрастической номинации всего, что оскорбляет вкус и нарушает культурные стереотипы общения. Это перифразы относительно ухода из жизни, половых отношений, физиологических отправлений; например: он покинул нас, скончался, ушел из жизни; название книги Шахетджаняна «1001 вопрос про это» об интимных отношениях.

Смягчающими приемами ведения разговора являются также косвенное информирование, аллюзии, намеки, которые дают понять адресату истинные причины подобной формы высказывания. Кроме того, смягчение отказа или выговора может реализовываться приемом «смены адресата», при котором делается намек или проецируется речевая ситуация на третьего участника разговора.

В традициях русского речевого этикета запрещается о присутствующих говорить в третьем лице (он, она, они), таким образом, все присутствующие оказываются в одном «наблюдаемом» дейктическом пространстве речевой ситуации «Я — ТЫ (ВЫ) — ЗДЕСЬ — СЕЙЧАС». Так показывается уважительное отношение ко всем участникам общения.

4. Перебивание. Встречные реплики. Вежливое поведение в речевом общении предписывает выслушивать реплики собеседника до конца. Однако высокая степень эмоциональности участников общения, демонстрация своей солидарности, согласия, введение своих оценок «по ходу» речи партнера — рядовое явление диалогов и полилогов праздноречевых жанров, рассказов и историй-воспоминаний. По наблюдениям исследователей, перебивы характерны для мужчин, более корректны в разговоре женщины. Кроме того, перебивание собеседника — это сигнал некооперативной стратегии. Такого рода перебивы встречаются при потере коммуникативной заинтересованности.

Культурные и социальные нормы жизни, тонкости психологических отношений предписывают говорящему и слушающему активное создание благожелательной атмосферы речевого общения, которая обеспечивает успешное решение всех вопросов и приводит к согласию.

5. ВЫ-общение и ТЫ-общение. В русском языке широко распространено ВЫ-общение в неофициальной речи. Поверхностное знакомство и одних случаях и неблизкие длительные отношения старых знакомых и другие показываются употреблением вежливого «ВЫ». Кроме того, ВЫ-общение свидетельствует об уважении участников диалога; так, Вы-общение характерно для давних друзей, питающих друг к другу глубокие чувства уважения и преданности. Чаще Вы-общение при длительном знакомстве или дружеских

отношениях наблюдается среди женщин. Мужчины разных социальных слоев чаще склонны к Ты-общению. Среди необразованных и малокультурных мужчин Ты-общение считается единственно приемлемой формой социального взаимодействия. При установившихся отношениях Вы-общения ими предпринимаются попытки намеренного снижения социальной самооценки адресата и навязывания Ты-общения. Это является деструктивным элементом речевого общения, уничтожающим коммуникативный контакт.

Принято считать, что Ты-общение всегда является проявлением душевного согласия и духовной близости и что переход на Ты-общение является попыткой интимизации отношений; ср. пушкинские строки: «Пустое Вы сердечным Ты она, обмолвись, заменила...» Однако при Ты-общении часто теряется ощущение уникальности личности и феноменальности межличностных отношений. Ср. и «Хрестоматии» переписку Ю.М. Лотмана и Б.Ф. Егорова.

Паритетные отношения как главная составляющая общения не отменяют возможности выбора Вы-общения и Ты-общения в зависимости от нюансов социальных ролей и психологических дистанций.

Одни и те же участники общения в различных ситуациях могут употреблять местоимения «вы» и «ты» в неофициальной обстановке. Это может свидетельствовать об отчуждении, о желании ввести в речевую ситуацию элементы ритуального обращения (ср.: А Вам, Виталий Иванович, не положить салатiku?).

### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №7 ОФИЦИАЛЬНО-ДЕЛОВОЙ СТИЛЬ СОСТАВЛЕНИЕ ДЕЛОВОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

**Задание 39. Прочитайте текст заявления. Укажите реквизиты. Обратите внимание на построение документа и пространственное расположение реквизитов.**

Декану факультета  
архитектуры Академии  
искусств проф. В. П. Репиной  
от студентки группы  
№2119 Васнецовой О. Г.

Заявление Прошу предоставить мне академический

отпуск сроком на 1 год с 01.02.2015 на основании справки № 13457 от 30.01.08, выданной поликлиникой № 39 г. Санкт-Петербурга. Справка прилагается.

\_\_\_\_\_ О.Г. Васнецова

31 января 2015 г.

**Задание 40. Прочитайте список типичных языковых конструкций, используемых при написании заявлений. Составьте и запишите предложения с каждой из предложенных конструкций.**

#### Типичные языковые конструкции заявления

Конструкция	Пример употребления
Ввиду (чего)	Ввиду срочного отъезда из города
В силу (чего)	В силу отсутствия средств
Вследствие (чего)	Вследствие изменения расписания
За неимением (чего)	За неимением средств на покупку аппаратуры
По причине (чего)	По причине болезни
Согласно (чему)	Согласно утвержденному плану
В связи с(чем)	В связи с отсутствием
Благодаря(чему)	Благодаря помощи коллег
За недостатком (чего)	За недостатком средств

**Задание 41. Отредактируйте фрагменты заявлений, используя языковые конструкции из выше-приведенной таблицы Образец.** Из-за того что я должен срочно уехать на родину - В связи с тем что я

должен срочно уехать в

Москву... — В связи со срочным отъездом в Москву...

В силу того что у меня нет достаточного количества денег

Вследствие того что изменилось расписание движения

поездов Из-за того что я не имею денег на покупку билетов на

самолет Так как я болел в течение целого семестра Вследствие

того что я опоздал на вокзал

Поскольку расписание движения поездов было изменено

**Задание 42. Найдите ошибки в данном заявлении. Отредактируйте текст.**

Декану экономического  
факультета Технологического  
университета проф. С. С. Инину  
от Иванцова Н. Ю.

Заявление



В связи с тем что я устроился на работу в филиал фирмы «Стронг», прошу перевести меня на вечернее отделение, так как я не могу учиться в дневное время. С уважением

\_\_\_\_\_ И. Ю. Иванцов

11 сентября 2003 г.

### **Задание 43. Структура доверенности на получение денег**

- Наименование документа,
- Фамилия, имя, отчество (иногда должность, адрес, паспортные данные— в зависимости от цели написания доверенности) доверителя.
- Фамилия, имя, отчество (иногда должность), адрес, паспортные данные доверенного лица.
- Содержание доверенности (кто – доверяю – кому - что сделать) (сумма пишется цифрами и в скобках про-писью).
- Подпись доверителя.
- Дата выдачи доверенности.
- Наименование должности и подпись лица, удостоверяющего подпись доверителя.
- Дата удостоверения и подпись.

### **Задание 44. Прочитайте образец доверенности. Определите, из каких элементов (реквизитов) состоит текст доверенности. Надпишите названия реквизитов.**

Доверенность Я, Гошин Павел Михайлович, студент механического факультета Технического института, доверяю Ивановой Анне Сергеевне, проживающей по адресу: г. Санкт-Петербург, ул. Озерная, д. 6, кв. 9, паспорт: серия 4009 № 145676, выдан 34-м отделением милиции г. Санкт-Петербурга 10 марта 2015 г., получить мою стипендию за июнь 2015 г. в сумме 950 (девятьсот пятьдесят) рублей.

25.05.2015 г. \_\_\_\_\_ П. М. Гошин

Подпись П. М. Гошина удостоверяю,

декан механического факультета \_\_\_\_\_ Г. Г.

Сонин 26.05.2015 г.

Печать

### **Задание 45. Обратите внимание на расположение частей доверенности**

наименование документа — в центре; текст — с красной строки; дата — слева, подпись — справа; под датой и подписью — место, чтобы заверить документ.

### **Задание 46. Найдите ошибки в приведенной ниже доверенности. Исправьте их. Отредактированный вариант запишите.**

Я, Васильева Ольга Владимировна, доверяю получить мою стипендию студентке инженерно-строительного факультета Симоновой Алле, паспорт 40 02 173511, выдан 70 отделом милиции, получить мою стипендию за январь в связи с моей поездкой в Финляндию.

Васильева

### **Задание 47. Составление объяснительной записки** Объяснительная записка — документ, содержащий объяснение причин какого-либо нарушения в производственном процессе.

#### **Структура объяснительной записки**

1. Наименование адресата (руководитель организации, подразделения).
2. Фамилия, инициалы, должность работника, пишущего объяснительную записку.
3. Заголовочная часть (наименование документа пишется и середине листа с заглавной буквы). Текст объяснительной записки. Опись прилагаемых документов.
4. Подпись (внизу справа).
5. Дата написания объяснительной записки (ниже подписи и слева листа, число и год пишутся цифрами, а месяц словами).

### **Задание 48. Прочитайте образец объяснительной записки. Определите, из каких элементов (реквизитов) состоит ее текст. Надпишите названия реквизитов.**

Заведующему  
кафедрой русского  
языка Н. В. Петрову  
студентки группы № 1125  
гуманитарного факультета  
Смирновой А. Н.

объяснительная записка.

Я, Смирнова Анна Николаевна, отсутствовала на занятиях по русскому языку и культуре речи с 14.03.08. по 18.04.08 в связи с вынужденным отъездом к заболевшей матери в город Новгород. Справку о болезни матери из районной поликлиники № 4 Новгорода прилагаю.

15 апреля 2015 г. \_\_\_\_\_ А.Н.Смирнова

**Задание 49. Напишите объяснительную записку, необходимую в следующих ситуациях: а) вы не явились на экзамен, б) вы опоздали на работу в) вы не выполнили распоряжение руководства (например, подготовили офисную технику к презентации).**

**Задание 50. Изучите структуру расписки** Расписка — официальный документ, удостоверяющий получен чего-либо (денег, документов, ценных вещей и т. п.), заверенных подписью получателя.

#### Структура расписки

- Наименование документа (в центре, с заглавной буквы).
- Фамилия, имя, отчество, должность лица, дающего расписку
- Наименование учреждения, предприятия или лица, от которого получено что-либо.
- Точное наименование полученного с указанием количества или суммы (количество и сумма пишутся сначала цифрами, затем в скобках прописью).
- Подпись получателя (справа).
- Дата составления расписки (слева).

Если расписка имеет особо важное значение, то подпись лица, давшего расписку, заверяется в учреждении или у нотариуса.

**Задание 51. Прочитайте образец расписки. Определите, из каких элементов (реквизитов) состоит ее текст. Укажите названия реквизитов.**

#### Расписка

Я, Чернова Светлана Игоревна, начальник технического отдела ЗАО «ЛОТ», получила со склада фирмы 1 (один) цветной телевизор марки «Филипс» для использования в отделе в течение месяца.

1 ноября 2015 г. \_\_\_\_\_ С.И. Чернова

**Задание 52. Напишите расписку в получении: а) мультимедийного проектора для проведения студенческой научной конференции, б) экспонатов музея (экспозиции) для проведения доклада, в) спортивного инвентаря.**

#### ДЕЛОВОЕ ПИСЬМО

В деловых письмах превыше всего ясность и прозрачность. Каждая фраза в них должна быть настолько четко выражена и недвусмысленна, чтобы самый большой тупица на свете не мог ее неверно истолковать и не должен был перечитывать, чтобы понять ее смысл.

Честерфилд

**Задание 53. Понятие делового письма, виды деловых писем**

Деловое письмо — документ, который подготавливает заключение сделок, важные встречи, содержит служебную информацию претензии, предложения и т.д. Таким образом, деловое письмо — письменный диалог юридических лиц, в котором решаются важнейшие вопросы экономико-правовой деятельности организации.

Письмо должно соответствовать конкретному типу письма (письмо-запрос, ответное письмо, сопроводительное письмо и т. д.). По содержанию и назначению письма могут быть следующих типов:

- письмо-сообщение (информационное)
- сопроводительное письмо
- письмо-инструкция
- гарантийное письмо
- письмо-просьба
- письмо-запрос
- оферта (письмо-предложение)
- письмо-напоминание
- письмо-приглашение,
- рекламация (письмо-претензия),
- письмо-подтверждение;
- письмо-благодарность;
- письмо-ответ

**Заголовок к тексту** — это краткое содержание документа (отвечает на вопросы о ком? и о чем? (Например: О сроках сдачи объектов в эксплуатацию, О семинаре на тему «...»), О посылке каталогов

**Задание 54. Прочитайте перечень ситуаций деловой коммуникации. Выберите, какой из перечисленных типов письма необходим в каждой из этих ситуаций. Запишите ваши ответы.**

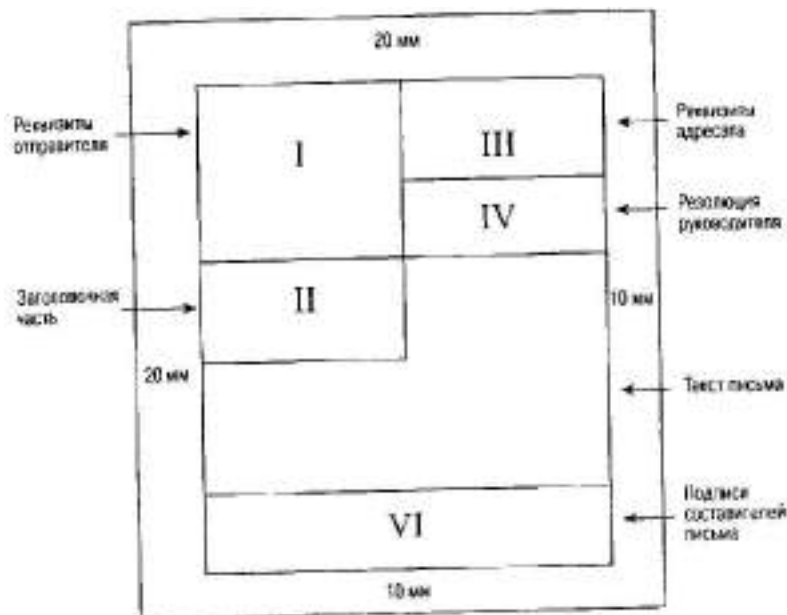
1. Какое письмо направит вам деловой партнер, если вы не подтвердили получение его письма?

2. Вашему предприятию необходимо получить каталог офисной оргтехники. Какое письмо следует направить в соответствующую торговую фирму?

3. В университете планируют провести научную конференцию на тему «Компьютерное моделирование». Какие письма рассылает оргкомитет?

4. Предприятие отправляет партию телевизоров. Какие письма обязательно прилагаются к ней?
5. На вашем предприятии сломался недавно приобретенный деревообрабатывающий станок. Какое письмо нужно направить на предприятие-изготовитель?
6. Вы получили письмо от вашего делового партнера. Какое письмо обязательно следует направить партнеру в соответствии с правилами делового этикета?

**Задание 55. Ознакомьтесь со схемой делового письма. К какому типу записи текста принадлежит деловое письмо?**



**Задание 56. Прочитайте перечень возможных реквизитов отправителя и образец.**

<p>ОАО «Сатурн» (садовые машины) Россия, 194021 Санкт-Петербург, пр. Мориса Тореза, 59 Тел : (812)2471111 Факс-(812)2471113 e-mail, <a href="mailto:sat@sts.ru">sat@sts.ru</a></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Государственный герб Российской Федерации;</li> <li>2) эмблема организации;</li> <li>3) наименование организации;</li> <li>4) вид акционирования (ОАО, ЗАО, ООО и т.д.);</li> <li>5) почтовый адрес;</li> <li>6) номера телефонов;</li> <li>7) номера факсов;</li> <li>8) счета в банке;</li> <li>9) адрес электронной почты;</li> <li>10) номер лицензии;</li> <li>11) дата выдачи лицензии.</li> </ol>
--	--

**Задание 57. Оформите адрес своего университета или организации, где работают ваши друзья родственники. Используйте все реквизиты адресата (получателя)**

<p>ОАО «Юнона» Отдел дизайна главному дизайнеру Смирнову П.С.</p>	<p>Перечень реквизитов адресата (получателя):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) наименование организации в именительном падеже;</li> <li>2) наименование структурного подразделения в Именительном падеже;</li> <li>3) должность;</li> <li>4) фамилия и инициалы;</li> <li>5) почтовый адрес получателя.</li> </ol>
---	---

**Задание 58. Ознакомьтесь со структурной схемой делового письма и запомните клише, используемые в деловой корреспонденции.**

Текст должен быть 1) лаконичным 2) последовательным 3) убедительным 4) корректным. Текст любого письма состоит из следующих частей: 1) обращения 2) вводной части 3) основной части 4) заключения.

Структура текста	Речевые конструкции	
<p><b>1. Обращение</b> Используется стандартное обращение (должность, фамилия, имя, отчество) Возможно использование прилагательных Если не предполагается конкретное лицо, обращение можно опустить</p>	<p>Уважаемый (многоуважаемый, высокоуважаемый (к высокопоставленным чиновникам)) Дорогой (к хорошо знакомому адресату) Уважаемые</p>	<p>господин Иванов! господин директор! Дмитрий! господа! дамы и господа! коллеги!</p>
<p><b>2, Вводная часть</b> Излагается повод для письма</p>	<p>В связи с... Согласно контракту от 21.01.02 № 15/10... Нами рассмотрены Ваши предложения</p>	

<p><b>3. Основная часть</b>          Формулируется главная цель письма:          сообщение;          предложение;          отказ;          ответ;          запрос;          просьба;          гарантия;          напоминание;          приглашение;          благодарность;          рекламация. Суть дела излагается от первого лица в ед.ч. или мн.ч., а также от третьего лица.          Необходимо четкое деление на абзацы (абзац — замкнутая смысловая единица)</p>	<p>Рады сообщить Вам...          Информировать Вас о том, что...          Извещаю, что...          Ставлю Вас в известность, что...          Сообщаю Вам, что...          Имеем честь предложить Вам...          К сожалению, мы не можем принять...          Компания не может принять Ваши условия...          Со своей стороны хотели бы попросить Вас...          Просим рассмотреть вопрос/ подтвердить заказ/ сообщить о решении...          Прошу ответить...          Просим выслать...          Направляем Вам...          Высылаем Вам...          Напоминаем Вам...          Подтверждаю, что...</p>
<p><b>4. Заключение</b>          Выражается надежда на ответ, на положительное решение вопроса, выражается признательность, пожелание, чтобы переписка была продолжена и т. п.</p>	<p>Надеемся получить ответ в ближайшее время... Просим ответить в двухнедельный срок...          Ожидаем Вашего согласия...          Выражаем надежду (надеемся) на дальнейшее сотрудничество (продолжение нашего сотрудничества)...          Заранее благодарны...          Искренне Ваш...          С уважением...</p>

**Задание 59. Прочитайте образец текста делового письма-ответа. Найдите языковые клише.**

Адрес и название фирмы.

Дата отправления письма-ответа.

Уважаемый господин директор!

Мы благодарим за Ваш запрос от 05.06.2015 г. Относительно монтажа локальной компьютерной сети. С удовольствием предлагаем Вам информацию по интересующему Вас вопросу.

Цена. Общая цена комплектующих и работы по монтажу составляет... (указывается сумма).

Доставка. Доставка осуществляется силами нашей организации в течение одного месяца.

Срок действия. Наше предложение действительно в течение 6 месяцев со дня отправления данного письма.

Оплата должна быть произведена по безналичному расчету через филиал банка (реквизиты банка указываются) не позднее 15 дней после выставления счет-фактуры.

Благодарим Вас за внимание к продукции нашей компании, надеемся на дальнейшее сотрудничество. Директор ОАО «Диалог» \_\_\_\_\_ А.Г. Курносков

#### **РЕЗЮМЕ И АВТОБИОГРАФИЯ.**

**РЕКЛАМА Резюме** — краткое письменное описание

занимаемых в течение жизни должностей, мест работы и образования.

**Цель** составления резюме — представить свою рабочую биографию наиболее выигрышно (и в то же время объективно), для того чтобы получить желаемую работу. Резюме напоминает анкету, но предполагает большую свободу. Работодатель может уделить вашему резюме не более 20-30 секунд. Поэтому ваша информация должна быть представлена в наиболее сжатой и удобной форме.

**Резюме составляется по следующей форме:**

- ◆ фамилия, имя, отчество;
- ◆ дата и место рождения;
- ◆ семейное положение; если есть дети, указать дату их рождения;
- ◆ гражданство;
- ◆ адрес и телефон (домашний и служебный);
- ◆ должность, которую хочет получить соискатель;
- ◆ образование (перечень начинается с указания последнего учебного заведения, которое окончил соискатель, далее перечисление идет в обратном порядке);
- ◆ опыт работы (где и кем работал, перечисление идет в обратном хронологическом порядке);
- ◆ профессиональные навыки (знание языка, владение компьютером и пр.);
- ◆ возможные командировки;
- ◆ личные качества (ответствен/ ответственна, коммуникабелен/коммуникабельна, доброжелателен/доброжелательна);
- ◆ увлечения;
- ◆ дата составления.

**Задание 60. Прочитайте образец резюме. Найдите основные структурные элементы данного документа.**

Образец резюме

<b>Ткачев Андрей Петрович</b>	
Дата рождения	18 января 1959 г.
Адрес, телефон	603126, г. Нижний Новгород, ул. Осенняя, д. 46, кв. 1. Тел.(8312)44-55-66
Семейное положение	Женат, трое детей
<b>Цель</b>	
Получение должности регионального менеджера по продажам в крупной торговой компании	
<b>Образование</b>	
1997-2001 гг.	Институт экономики и права Аксенова, экономический факультет. Специальность: маркетинг
1997 г.	Тренинг продаж. Нижегородский институт тренинга
1983-1984 гг.	Курсы английского языка при ГГУ
1975-1980 гг.	Горьковский государственный университет, экономический факультет. Специальность: экономист
<b>Опыт работы</b>	
07.1998 г. — настоящее время	«WEST PRODUCT» (оптово-розничная продажа чипсов), г.Нижний Новгород. Специалист по обеспечению сбыта. Функции: — работа с точками розничной торговли; — налаживание связей между розницей и оптовиками; — продвижение и расширение ассортимента продукции «WEST PRODUCT» на рынке; — подписание контрактов на установку торгового оборудования в точках розничной продажи; — организация и контроль за проведением рекламных кампаний. Результаты работы и достижения: увеличил присутствие продукта компании в Нижегородском и Заречном районах Нижнего Новгорода в точках розничной торговли; расширил сеть торговых точек с 20 до 44; увеличил объемы продаж на 133% в месяц
05.1996 г. — 06.1998 г.	Компания «Нижегородский хозяин» (многопрофильная компания, одно из направлений — продажа ТНП), г.Нижний Новгород. Коммерческий директор. Функции: — контакты и переписка с иностранными фирмами и городской администрацией; — маркетинговые исследования. Результаты работы и достижения: установил контакты и получил реальные предложения о сотрудничестве от восьми зарубежных компаний
11.1993 г. — 04.1996 г.	ООО «ФОРТУНА», г. Нижний Новгород. Коммерческий представитель
09.1981 г. — 10.1993 г.	НПО «Электрон», г. Нижний Новгород (разработка и внедрение электронных приборов). Главный экономист
<b>Дополнительная информация</b>	
Технические навыки	MS Windows 2000, Word, Excel DOS. Офисное оборудование (факс, модем, сервер, копировальные аппараты), работа в Интернете
Знание иностранных языков	Английский язык — свободно. Немецкий язык — читаю, перевожу со словарем
Водительские права	Водительские права категории «В», стаж вождения 15 лет. Личный автомобиль ВАЗ 2111 (год выпуска 2001-й)
Возможные командировки	Загранпаспорт, возможны командировки
Физическая подготовка	Занимаюсь спортом (футбол, хоккей, плавание). Не курю
Личные качества	Энергичен, пунктуален, хороший организатор
Дата составления	10 июня 2015 г.

**Задание 61. Напишите резюме, предполагая, что вы являетесь соискателем на должность:**

- ◆ начальника конструкторского бюро завода;
- ◆ инженера механического цеха завода;
- ◆ менеджера по продажам коммерческой фирмы;
- ◆ программиста крупной фирмы;
- ◆ экономиста торгового предприятия;
- ◆ секретаря-референта.

**Задание 62. Ознакомьтесь с жанровыми особенностями автобиографии. Укажите отличия автобиографии и резюме Автобиография** – это собственное жизнеописание. Составляется в форме свободного сочинения. Открывается фразой: Я, ФИО, года рождения и т.д.

**Образец автобиографии**

АВТОБИОГРАФИЯ Я, Александров Юрий Петрович,  
 родился 13 августа 1955 года в селе Сампур Сампурского района Тамбовской области в семье колхозника. В 1962 году поступил в Сампурскую среднюю школу, в которой учился до 1965 года. В 1965 году в связи с переездом родителей в город Жердевка Тамбовской области продолжал учебу в средней школе №1 г. Жержевка. Окончил среднюю школу в 1972 году  
 В 1970 году поступил на дневное отделение агрономического факультета Рязанского сельскохозяйственного института и в 1974 году окончил его  
 В настоящее время работаю инженером на сахарном заводе.  
 01. 07. 02

Александров

**Задание 63. Составьте автобиографию.**

**Задание 64. Изучите представленную ниже таблицу.**

Языковые средства привлечения внимания	
Языковые средства	Примеры
<b>1. Отклонения от нормативной орфографии</b> сочетание латиницы с кириллицей соблюдение норм дореволюционной орфографии употребление прописных букв в середине и конце игра слов как результат нарушения норм орфографии	ДЕЛЬТА MARIN Маазин КупецЪ» МаксидоМ КредоМЕД Все ВАЗможно » (реклама авто мобилен ВАЗ)
<b>2. Каламбур</b> — высказывание основанное на од повременной реализации в слове (словосочетании) прямого и переносного, значений	Pantin PRO V — блеск и сила Ваших волос Блестящи»» результат »
<b>3. Окказионализмы</b> — новые слова, отсутствующие в системе языка созданные специально «для данного момента в экспрессивных	«Не тормози! Сникерсни!» (реклама шоколада «Сникерс»)
<b>4. Персонификация</b> — перенесение на неживой предмет свойств или функций живого лица	«TEFAL заботится о Вас» (о бытовой технике)
<b>5. Фонетические повторы, рифмованные рекламные лозунги</b>	«Ваша киска купила бы «Вискас»
<b>6. Дефразеологизация</b> — семантический распад фразеологизма (устойчивого словосочетания)	«Когда простуда берет за горло» - реклама леденцов «Strepsils» - антибактериальное средство от боли в горле слово. Существительное «горло» употребляется здесь и в своем прямом значении, и во фразеологически связанном

**Задание 65. Прочитайте следующие рекламные слоганы и названия товаров и организаций. Определите, какие языковые средства выразительности в них использованы.**

- «БингоШОУ—живите хороШОУ»
- «Margaret Astor— как ты прекрасна!»
- «ОттЕнись со вкусом!» (реклама оттеночной пены)
- «Не окажитесь в безВАЗдушном пространстве!»
- «Дави на ГАЗ!» (реклама автомобилей ГАЗ)
- ЭЛЬДОрадио «Купи себе «Даниссимо!»
- «Это не сон, это СОНИ!» «Мобилизуйся!» (реклама мобильных телефонов)
- «Прекрасный пол — это не только женщины. Это еще линолеум от фирмы. . .»
- «Пора брать кассу» (реклама кассовых аппаратов)
- «Сядь за руль и обгони ветер!» (реклама автомобилей)

**Задание 66. Прочитайте текст рекламного объявления. Выделите в нем основные структурные элементы (слоган, зачин, информационный блок, справочные сведения), пользуясь представленными материалами.**

- «Бастион» — замок повышенной секретности
- 20 тысяч неповторяющихся комбинации
- Мощная сталь противостоящая любому натиску
- Предохранитель для рассеянных хозяев

- Возможность установки в любую дверь Замки «Бастион» можно купить в магазинах «Дом и быт» по адресам... Часы работы магазинов

...

### Структура рекламного текста

- 1. Рекламный лозунг (слоган).** Цель — служить «визитной карточкой» товара Главное требование — нестандартность, запоминаемость
- 2. Зачин (вступление)** Цель — привлечь внимание, заставить прочитать весь текст Он должен быть неожиданным захватывающим притягивающим внимание. Например «Что может быть общего у таких неординарных женщин как Марлен Дитрих Жаклин Кеннеди Роми Шнайдер Марии Каллас и Элизабет Тейлор? Несомненно их безумная страсть к ювелирным украшениям фирмы Van Cleef & Arpels.
- 3. Основная часть** — информационный блок. Цель — проинформировать читателя о достоинствах преимуществах предлагаемого товара (услуги).
- 4. Заключение** — справочные сведения (адрес телефон время работы фирмы).

**Задание 67. Прочитайте рекламные слоганы и определите какой аудитории адресована данная реклама (подросткам/взрослым людям мужчинам/женщинам) Подчеркните языковые средства которые указывают на это.**



Не тормози — сникерсни!!!



Туалетная вода «...» воплощает эмоции в чистом виде. Запах дышит свежестью Средиземного моря. Аккорд мускусного дерева, растворяясь на коже, распространяет мягкую чувственность...



Супербатончик «Финт» - только для тех, кто вправду крут!



Туалетная вода «...» - история перемен. Гармония силы и необузданности, свободы и свежести. Властные морские ноты в сочетании с древесными аккордами

### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №8

#### ПОНЯТИЕ КУЛЬТУРЫ РЕЧИ. ОСНОВНЫЕ КАЧЕСТВА ИДЕАЛЬНЫХ ТЕКСТОВ

#### РЕЧЕВАЯ НЕДОСТАТОЧНОСТЬ. РЕЧЕВАЯ ИЗБЫТОЧНОСТЬ:

#### ПЛЕОНАЗМ, ТАВТОЛОГИЯ, ЛЕКСИЧЕСКИЕ ПОВТОРЫ Задание 68.

**Обратите внимание на речевую недостаточность, отметьте случаи неясности высказывания, искажения его смысла. Исправьте предложения.**

1. Выставка юных художников в Доме пионеров имела такой успех потому, что Карпенко Н.И. на уроках рисования сумела воспитать прекрасное в своих учениках.
2. Студент Белов занял первое место по английскому языку.
3. Они окончили профессионально-техническое училище, но, чтобы хорошо работать, нужен непосредственный опыт у станка.
4. За ошибки и недостатки председатель совхоза Пашков заслуживает взыскания.
5. Достаточно нескольких часов, чтобы на ручной вязальной машине одеть в теплые варежки всю семью.
6. Касса получает за товары ясельного возраста.
7. Переплет сделался неотъемлемой деталью комнатного убранства.
8. Творчество Маяковского волнует читателей на самых различных языках.

**Задание 69. Проанализируйте причины недостаточной информативности предложений и отредактируйте их.**

1. Сдается квартира с ребенком.
2. Восьмидесятилетняя слепая старушка ходит в сарай по проволоке.
3. В первый месяц жизни дети ходят гулять только на руках.
4. Студенты, прошедшие давление и сварку, могут записаться на обработку резанием.
5. Женщине присудили пятьдесят процентов мужа.
6. Продажа сока прекращена по техническим причинам: застрял в лифте.
7. Доставка груза производится вертолетом по бездорожью.
8. Промежуток между школой и жизнью занимает короткое время, а в памяти остается надолго.
9. На плечи фермера ложится ответственность за содержание и сохранность.
10. На качество направлены многие темы, разрабатываемые нашими учеными.

**Задание 70. Проанализируйте причины абсурдности и неуместного комизма высказывания. Назовите логические ошибки в предложениях, возникающие в результате речевой недостаточности, исправьте их.**

1. В помещении проходной фабрики санэпидстанция будет готовить отравленную приманку для населения.
2. Зоотехникам и ветработникам ферм провести обрезку копыт и обезроживание.
3. Всем зоотехникам отделений сделать прочные ошейники на железной цепи, под которые подложить ремни или войлок.
4. На фабрику требуется два рабочих: один для начинки, другой для обертки.
5. Премировать работников яслей за выполнение плана по уровню заболеваемости детей.
6. День рождения начнется в три часа.
7. Прошу прописать меня без права жилья. Обещаю не жить.
8. Продавцы в синих безрукавках, форменных юбках, пиджаках, все как один смуглолицые и черноусые, не могли не восхищать клиентов.

**Задание 71. Укажите речевые ошибки в предложениях. Отредактируйте их.**

1. Направление развития экономики в XX веке и у нас, и на Западе приняло ложное направление.
2. Вспашка под сахарную свеклу проводится тракторными плугами, и лучшая по качеству вспашка достигается тракторными плугами с предплужниками, так что в настоящее время пахут под свеклу плугами П-5-35 с предплужниками.
3. Наша передача посвящена творчеству ветеранов технического творчества.
4. Акт не подписан, а подписана копия, но на том экземпляре, что подписан, написано, что он переписан с подлинника, который не подписан.
5. Сегодня у нас в гостях гость из Акмолинска.
6. Он был настолько болезненный,

что постоянно простуживался и болел. 7. Мы перед принятием решительных решений. 8. Сложилось странное положение: согласно этому соглашению мы должны добиться таких показателей, которых еще никогда не показывали и показать не сможем. 9. Хочу коснуться еще одного момента, касающегося доверия избирателей: предпринимаемые нами меры ни в коей мере не должны подрывать доверие к государственным учреждениям. 10. Бывает и так, что в ответ на критику вы получаете обратный бумеранг. 11. Возвращаясь домой из зарубежного путешествия, круиза, турне, каждый стремится привезти на память подарок или памятный сувенир. 12. Дело в том, что раньше в делах добрых нашего отдела, в его починах и начинаниях участвовали все. Теперь совсем другое дело. 13. Минувшей осенью в прошлом году никому не известный пловец из Голландии завоевал первенство, опередив сильнейших асов водной дорожки. 14. Цена пребывания в этой больнице не финансируется государством. 15. Правительство в это трудное и нелегкое время должно представлять единый монолит. 16. Изысканные и вкусные деликатесы из свежей рыбы могут отведать посетители нашего ресторана. 17. Необычный феномен могли наблюдать жители Уфы в прошлое воскресенье. 18. Толпа людей ворвалась в здание. 19. Над жителями Камчатки постоянно висит дамоклов меч устрашения в ожидании землетрясения. 20. Он рассказал нам о своих планах на будущее.

#### ТЕМАТИКА ДОКЛАДОВ

1. Современный русский язык и его подсистемы. Социально и территориально ограниченная лексика
2. Уровневое строение языковой системы. Единицы языка
3. Формы существования русского литературного языка
4. Язык и речь. Сходства и отличия
5. Диалог и монолог
6. Функционально-смысловые типы речи (описания, повествование, рассуждение)
7. Предмет и задачи стилистики. История возникновения и становления стилистики
8. Функциональные стили русского языка. Общая характеристика стилей
9. Научный стиль. Лексические, морфологические, синтаксические и графические особенности
10. Языковые формулы и композиция научных работ (аннотация, реферат, курсовая работа)
11. Официально-деловой стиль. Лексические, морфологические, синтаксические и этикетные особенности
12. Основные жанры официально-делового стиля. Схема выбора жанра документа
13. Языковые и текстовые нормы. Типы записи текста документа
14. Заявление. Языковые формулы и правила составления
15. Доверенность. Языковые формулы и правила составления
16. Расписка. Языковые формулы и правила составления
17. Объяснительная записка. Языковые формулы и правила составления
18. Деловое письмо. Языковые формулы и правила составления
19. Автобиография. Языковые формулы и правила составления
20. Разговорная речь. Жанровые разновидности. Эмоционально-экспрессивные возможности русской разговорной речи
21. Публицистический стиль. Лексические, морфологические, синтаксические особенности
22. Культура речи. Речевой этикет
23. Понятие языковой нормы. Кодификация и нормализация.
24. Нормы русского литературного языка и их нарушение. Плеоназм, тавтология, лексические повторы
25. Нормы правильного произношения и ударения
26. Грамматические нормы РЛЯ. Колебания в роде имен существительных
27. Грамматические нормы РЛЯ. Склонение имен существительных
28. Колебания в образовании формы именительного падежа множественного числа существительных
29. Полные и краткие формы имен прилагательных
30. Грамматические трудности при использовании в речи имен прилагательных
31. Ошибки в употреблении глагольных форм
32. Употребление местоимений
33. Синтаксические нормы СРЛЯ
34. Основные качества идеальных текстов. Точность речи (паронимы, синонимы, историзмы, архаизмы, неологизмы, окказионализмы, профессионализмы, термины)
35. Логичность речи. Законы логики
36. Чистота, богатство, уместность и выразительность речи.



## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### Основная литература

1. Максимов В.И. Русский язык и культура речи 3-е изд., пер. и доп. [Электронный ресурс]: Учебник для бакалавров. - Отв. ред., Голубева А.В. - Издательство: "Юрайт", 2015. – ЭБС «Юрайт»

### Дополнительная литература

1. Введенская, Л.А. Русский язык и культура речи для инженеров [Текст] : учебное пособие. - 2-е изд. ; перераб. и доп. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2004. - 384 с. - (Высшее образование).
2. Воителева, Татьяна Михайловна. Русский язык и культура речи [Текст] : учебник для студентов вузов, обуч. по направлениям нефилологического профиля / Воителева, Татьяна Михайловна, Антонова, Евгения Станиславовна. - 2-е изд. ; испр. - М. : Академия, 2013. - 400 с.
3. Культура речи и деловое общение [Электронный ресурс] : Учебник и практикум для академического бакалавриата / Химик В.В. - Отв. ред., Волкова Л.Б. - Отв. ред. - Учебник и практикум. - Издательство: М.:Издательство Юрайт 2016- ЭБС «Юрайт». – Режим доступа : <http://www.biblio-online.ru/viewer/741B5085-6AA7-4F47-8BB5-6F5F2D0393B1#page/1>
4. Основы делопроизводства. Язык служебного документа. [Электронный ресурс] : Учебник и практикум для академического бакалавриата / Шувалова Н.Н., Иванова А.Ю.. - Издательство: "Юрайт", 2015. – ЭБС «Юрайт»
5. Психология общения. [Электронный ресурс]: Учебник и практикум для академического бакалавриата. Корягина Н.А., Антонова Н.В., Овсянникова С.В. - Учебник и практикум : М.:Издательство Юрайт 2015 - ЭБС «Юрайт»
6. Русский язык в современном обществе: проблемы и перспективы. Материалы научно-практической конференции [Текст]. - Рязань, 2004. - 82 с. – Шадже, А. Ю.Русский язык в условиях формирования российской нации // Социально-гуманитарные знания. - 2009. - N2. - С. 68-76.
7. Русский язык для студентов-нефилологов [Текст] : учебное пособие / М.Ю. Федосюк, Т.А.Ладыженская, О.А. Михайлова, Н.А. Николина. - 8-е изд. - М. : Флинта : Наука, 2003. - 256 с.
8. Стилистика русского языка и культура речи. [Электронный ресурс]. - Учебник для академического бакалавриата/ Голуб И.Б., Стародубец С.Н. - Издательство: М.:Издательство Юрайт 2016- ЭБС «Юрайт»

**Периодические издания** – не предусмотрено

### Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

ЭБС Юрайт – [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru)

ЭБС IPRbooks – [www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru)

ЭБС РГАТУ – [www.bibl.rgatu.ru](http://www.bibl.rgatu.ru)

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Рязанский государственный  
агротехнологический университет имени П.А. Костычева»**

**Кафедра экономики и менеджмента**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
**для проведения практических занятий**  
**по дисциплине «ОСНОВЫ ЭКОНОМИКИ И МЕНЕДЖМЕНТА»**  
для студентов очной формы обучения  
по направлению подготовки – 06.03.01 Биология  
направленность (профиль) – «Биоэкология»

Рязань – 2019 г.

Мартынушкин А.Б., Ванюшина О.И. Методические указания для проведения практических занятий по дисциплине «Основы экономики и менеджмента» для студентов очной формы обучения по направлению 06.03.01 «Биология» направленность (профиль) – «Биоэкология» - Рязань: РГАТУ, 2019. – 29 с.

Методические указания включают в себя рекомендации для проведения практических занятий для студентов очной формы обучения по направлению 06.03.01 «Биология» направленность (профиль) – «Биоэкология».

Рецензент: к.э.н., доцент кафедры экономики и менеджмента Козлов А.А.

Методические указания рассмотрены на заседании кафедры экономики и менеджмента (протокол № 1 от 30 августа 2019 г.).

Заведующий кафедрой экономики и менеджмента



Козлов А.А.

Методические указания утверждены учебно-методической комиссией по направлению подготовки 06.03.01 «Биология» направленность (профиль) – «Биоэкология», протокол № 1 от 30 августа 2019 года

Председатель учебно-методической комиссии



Федосова О.А.

## Тема 1. Предмет и методологические основы экономической теории

### Задание 1.

Как известно, любое государство решает три основные экономические проблемы: Что производить? Как производить? Для кого производить? Но каждая экономическая система отвечает на эти вопросы по-разному.

Вопрос: Как отвечает традиционная, командная и рыночная экономика на вопрос: «Что производить?»

### Задание 2.

Заполнить таблицу «Факторы производства», используя лекционный материал

	фактор производства, который объединяет все виды существующих природных ресурсов
	деятельность людей, направленная на производство услуг и товаров
	материальная база для производства
	способности человека, занимающегося производством идти на риск, организовывать производство и работу персонала, видеть возможные пути развития.

### Вопросы для самоконтроля

1. Деятельность отдельного предприятия изучает:
  - а) макроэкономика;
  - б) микроэкономика;
  - в) экономика отрасли.
2. Какая из школ экономической теории была исторически первой:
  - а) марксизм;
  - б) кейнсианство;
  - в) физиократия.
3. Какая из экономических школ впервые сделала предметом своего анализа процесс производства, а не сферу обращения:
  - а) меркантилизм;
  - б) классическая политическая экономия;
  - в) маржинализм.
4. В чем заключается единство законов природы и общества:
  - а) носят объективный характер;
  - б) проявляются через экономическую деятельность людей;

в) являются вечными.

## Тема 2. Основы рыночного хозяйства. Рыночный механизм

### Задача 2.1.

Постройте кривую производственных возможностей для товаров X и Y. Заполните таблицу. Обозначьте точку K внутри кривой. Что она показывает? Как отражается на кривой закон возрастающих альтернативных издержек?

Возможности	Товар Y	$\Delta Y$	Товар X	$\Delta X$
A	35		0	
B	30		4	
C	25		8	
D	10		12	
E	0		20	

### Задача 2.2.

Постройте кривую производственных возможностей для товаров X и Y. Заполните таблицу. Обозначьте точку M внутри кривой. Что она показывает? Как отражается на кривой закон возрастающих альтернативных издержек?

Возможности	Товар Y	$\Delta Y$	Товар X	$\Delta X$
A	88		0	
B	84		6	
C	20		8	
D	12		60	
E	0		100	

### Вопросы для самоконтроля

1. Экономическая система может быть охарактеризована с учетом:
  - а) форм хозяйствования;
  - б) преобладающих форм собственности;
  - в) все ответы верны.
2. Большинству развитых стран в настоящее время присущ тип:
  - а) смешанной экономической системы;
  - б) командно-административной;
  - в) рыночной.
3. В чем проявляется противоречие между производственными ресурсами и общественными потребностями:
  - а) ресурсы - бесконечны, а потребности – ограничены;
  - б) ресурсы - ограничены, а потребности – бесконечны;
  - в) противоречия нет.
4. С точки зрения использования ресурсов производство эффективно, если:
  - а) в нем обеспечено полное использование всех имеющихся ресурсов;
  - б) не действует закон возрастания издержек отвергнутых возможностей;

- в) имеется запас ресурсов.
5. Если экономика движется по выпуклой кривой производственных возможностей вправо и вниз, это означает, что издержки отвергнутых возможностей:
- снижаются;
  - увеличиваются;
  - постоянны.
6. Кривая производственных возможностей показывает различные комбинации производства двух продуктов при:
- неполном использовании ресурсов;
  - полном использовании всех имеющихся ресурсов и неизменной технологии;
  - изменении количества применяемых ресурсов.
7. Что из перечисленного относится к производственным ресурсам:
- земля, полезные ископаемые, водные ресурсы;
  - физические и умственные способности человека;
  - оба ответа верны.
8. Ограниченность ресурсов означает, что:
- они имеются в таком количестве, которого недостаточно для производства необходимых товаров и услуг;
  - с их помощью невозможно полное удовлетворение всех имеющихся потребностей;
  - их хватает только на производство предметов потребления.
9. Вещество природы является экономическим благом, если:
- оно может быть употреблено без процесса производства;
  - его потреблению предшествует процесс обработки человеком;
  - оба ответа верны.

### Тема 3. Конкуренция и её виды

#### Задача 3.1.

Заполните таблицу:

<b>Рыночная структура</b>	<b>Число производителей и степень дифференциации продукта</b>	<b>Отрасль экономики</b>	<b>Методы сбыта</b>
<b>Совершенная конкуренция</b>			
<b>Монополия</b>			
<b>Монополистическая конкуренция</b>			
<b>Олигополия</b>			

## Вопросы для самоконтроля

1. Если экономическая власть централизована, основным экономическим субъектом выступает государство, рынок не выполняет функцию регулятора экономики, а в поведении экономических субъектов общий интерес доминирует над личным, то это:
  - а) рыночная экономика;
  - б) традиционная экономика;
  - в) все ответы неверны.
2. Выделите из списка субъекты собственности:
  - а) земля;
  - б) государство;
  - в) производственные здания и сооружения.
3. Выделите из списка объекты собственности:
  - а) акционерное общество;
  - б) прокатный стан;
  - в) костюм.
4. Существование государственной собственности обусловлено:
  - а) наличием капиталоемких и нерентабельных отраслей (угольная промышленность, ж/д и автомобильные дороги и т.п.);
  - б) необходимостью решения общенациональных и социальных задач, поддержание уровня жизни населения;
  - в) все ответы верны.
5. Выберите из списка положительные проявления частной собственности:
  - а) имущественная дифференциация собственников;
  - б) зависимость благосостояния собственника от результатов производственной деятельности;
  - в) верных ответов нет.
6. Собственность - это:
  - а) отношение людей друг к другу по поводу присвоения вещей;
  - б) сама вещь;
  - в) отношение человека к вещи.
7. Если производство осуществляется в интересах отдельного индивидуума, то это:
  - а) коллективная собственность и коллективное присвоение;
  - б) частная собственность и частное присвоение;
  - в) общественная собственность и общественное присвоение.
8. Право собственности - это:
  - а) право на передачу блага по наследству;
  - б) право на бессрочность обладания благом;
  - в) все ответы верны.
9. Рынок - это система:
  - а) перемещения готовой продукции;
  - б) производственных отношений;
  - в) отношений между продавцом и покупателем.

10. Конкуренция это:

- а) соперничество между предпринимателями;
- б) сложившаяся на рынке экономическая ситуация;
- в) отсутствие государственного регулирования.

#### Тема 4. Основы теории спроса и предложения

##### Задача 4.1

Функция спроса на товар имеет вид  $Q^D = 12 - 2P$ , функция предложения данного товара имеет вид  $Q^S = -8 + 2P$ . Постройте кривые спроса и предложения данного товара. Найдите точку равновесия. Покажите на рисунке зоны дефицита и излишка. Заполните таблицу.

##### Задача 4.2.

Функция спроса на товар имеет вид  $Q^D = 18 - 2P$ , функция предложения данного товара имеет вид  $Q^S = -10 + 2P$ . Постройте кривые спроса и предложения данного товара. Найдите точку равновесия. Покажите на рисунке зоны дефицита и излишка. Заполните таблицу.

##### Задача 4.3

Функции индивидуального спроса представлены в виде:  $Q^D_1 = 18 - 2P_1$ ;  $Q^D_2 = 8 - P_2$ ;  $Q^D_3 = 10 - 5P_3$ . Рассчитайте функцию рыночного спроса и постройте её график.

##### Задача 4.4

Функции индивидуального спроса представлены в виде:  $Q^D_1 = 10 - 2P_1$ ;  $Q^D_2 = 7 - P_2$ ;  $Q^D_3 = 15 - 5P_3$ . Рассчитайте функцию рыночного спроса и постройте её график.

##### Задача 4.5

Функции индивидуального предложения представлены в виде:  $Q^S_1 = -8 + 2P_1$ ;  $Q^S_2 = -5 + 10P_2$ ;  $Q^S_3 = -10 + P_3$ . Рассчитайте функцию рыночного предложения и постройте её график.

##### Задача 4.6

Функции индивидуального предложения представлены в виде:  $Q^S_1 = -12 + 2P_1$ ;  $Q^S_2 = -6 + 3P_2$ ;  $Q^S_3 = -5 + P_3$ . Рассчитайте функцию рыночного предложения и постройте её график.

##### Задача 4.7

Постройте график функции  $Q^D = 18 - 2P$  и рассчитайте точечную эластичность, общую выручку и дуговую эластичность для точек b и d, e и l. Заполните таблицу.

	a	b	c	d	e	f	l
P							
Q							
TR							



Ed							
----	--	--	--	--	--	--	--

#### Задача 4.8

Рассчитайте общую выручку и эластичность спроса для каждой группы товаров. Сделайте выводы о взаимосвязи изменения величины выручки и типа эластичности спроса. Заполните таблицу.

	Обезболивающие средства (1)		Витамины (2)		Антибиотики (3)	
P	120	150	180	130	90	80
Q	80	50	20	25	10	15
TR						
Ed						

#### Задача 4.9

Рассчитайте общую выручку и эластичность спроса для каждой группы товаров. Сделайте выводы о взаимосвязи изменения величины выручки и типа эластичности спроса. Заполните таблицу.

	Туфли (1)		Сапоги (2)		Кроссовки (3)	
P	2000	4000	5000	6000	2500	2000
Q	60	25	20	15	10	15
TR						
Ed						

#### Задача 4. 11

Предельная полезность первой единицы блага равна 420. При потреблении первых трех единиц блага предельная полезность каждой последующей единицы уменьшается в 2 раза; предельная полезность каждой последующей единицы блага при дальнейшем потреблении уменьшается в 4 раза. Найти общую полезность блага при условии, что его потребление составляет 8 единиц. Решение оформить в виде таблицы.

#### Задача 4. 12

В таблице представлены следующие данные о предельной полезности двух благ:

Номер порции	Конфеты	Виноград
1	60	150
2	40	120
3	20	90

Цена 1 кг конфет 80 ден. ед., а цена 1 кг винограда 160 ден. ед. Бюджет потребителя составляет 400 ден. ед. Определить оптимальный объем потребления конфет и винограда.

#### Задача 4. 13

Студент может потратить в неделю 16 ден. ед. на проезд и булочки. Проезд стоит 2 ден. ед., а булочка - 4 ден.ед. Какую комбинацию количества поездок и булочек должен выбрать студент для оптимизации общей полезности?

Количество поездок	TU поездок	Количество булочек	TU булочек
0	0	0	0
1	12	1	8
2	22	2	13
3	30	3	17
4	36	4	20
5	41	5	22
6	45	6	23

### Вопросы для самоконтроля

1. Закон предложения утверждает, что:
  - а) существует обратная связь между ценой и объемом предложения;
  - б) существует прямая связь между спросом и предложением;
  - в) существует прямая связь между ценой и объемом предложения.
2. Если кривая спроса имеет вид прямой, параллельной оси абсцисс, то такой спрос является:
  - а) абсолютно эластичным;
  - б) абсолютно неэластичным;
  - в) единичной эластичности.
3. Сливочное масло и маргарин являются товарами:
  - а) взаимозаменяемыми;
  - б) независимыми;
  - в) взаимодополняемыми.
4. Рынок товара находится в равновесном состоянии, если:
  - а) объем спроса на товар равен объему предложения этого товара;
  - б) на рынке не существует ни избытка, ни недостатка товара;
  - в) все предыдущие ответы верны.
5. Куда сместится кривая предложения товара, если государство ввело на него дополнительный налог:
  - а) вправо;
  - б) влево;
  - в) ее положение не изменится.
6. Рыночный спрос на конкретный товар зависит от:
  - а) дохода потребителей;
  - б) предпочтений потребителей;
  - в) все ответы верны.
8. Если возрос спрос на данный товар, а предложение его осталось неизменным, то это приведет:
  - а) к повышению равновесной цены и уменьшению объема продаж;

- б) к повышению равновесной цены и увеличению объема продаж;  
в) к уменьшению равновесной цены и снижению объема продаж.
9. Компьютер и принтер являются товарами:  
а) взаимозаменяемыми;  
б) независимыми;  
в) взаимодополняемыми.
10. Закон спроса при прочих равных условиях устанавливает:  
а) обратную связь между ценой и спросом;  
б) прямую связь между спросом и ценой;  
в) никакой связи не устанавливает.
11. Если при снижении цены данного товара резко возрастают его покупки, то спрос на этот товар:  
а) эластичен по цене;  
б) неэластичен по цене;  
в) эластичен по доходу.
12. С увеличением количества единиц блага, имеющегося в распоряжении потребителя, предельная полезность этого блага:  
а) уменьшается;  
б) увеличивается;  
в) остается неизменной.
13. Кривые безразличия обладают следующими свойствами:  
а) имеют отрицательный наклон;  
б) никогда не пересекаются;  
в) все ответы верны.
14. Кривую безразличия по-другому можно назвать:  
а) кривой равных бюджетов;  
б) кривой равных полезностей;  
в) кривой равных предложений.
15. С увеличением количества единиц блага, имеющегося в распоряжении потребителя, общая полезность этого блага:  
а) уменьшается;  
б) увеличивается;  
в) остается неизменной.

## **Тема 5. Сущность и основные постулаты теории потребительского поведения.**

### **Задача 5.1**

.Предельная полезность масла для индивида отображается функцией  $MU_M = 40 - 5Q_M$ , а предельная полезность хлеба:  $MU_X = 20 - 3Q_X$ . Известны цены благ и доход индивида:  $P_M = 5$ ;  $P_X = 1$ ;  $I = 20$ . Какое количество каждого из благ должен купить индивид для максимизации общей полезности?

### Задача 5.2

Функция полезности потребителя  $U = Q_A^{0,5} Q_B^{0,25}$ ; при имеющемся у него бюджете он купил 21 ед. блага  $A$  по цене  $P_A = 4$ , а оставшиеся деньги затратил на покупку блага  $B$ .

1. Определите его бюджет.
2. Сколько ед. блага  $B$  купит данный потребитель при  $P_B = 7$ ?

### Задача 5.3

Функция полезности индивида имеет вид  $U = (Q_A - 4)(Q_B - 6)$ , его бюджет  $M = 64$ , а цены благ  $P_A = 1$ ,  $P_B = 1,5$ .

- 1) Какое количество каждого из благ должен купить индивид для максимизации общей полезности?
- 2) Записать уравнение кривой безразличия, на которой находится потребитель.
- 3) Разложить реакцию индивида на эффекты замены и дохода, если цена блага  $B$  повысилась до  $P_B = 2$ .
- 4) Определить разность между компенсирующим и эквивалентным изменениями дохода по Хиксу.

### Задача 5.4

Потребитель с линейной функцией спроса покупает 40 ед. товара по цене  $P = 10$ ; при этом его эластичность спроса по цене  $e^D = -2$ . Определите излишки потребителя.

### Задача 5.5

Эластичность спроса населения на данный товар по цене равна  $-0,15$ , по доходу  $+0,5$ . В предстоящем периоде доходы населения увеличатся на  $5\%$ , а цена данного товара возрастет на  $10\%$ . Как изменится объем спроса на данный товар?

### Вопросы для самоконтроля

1. Эффект дохода возникает в связи с тем что:
  - а) снижение цены товара увеличивает при прочих равных условиях реальный доход потребителя;
  - б) повышение цены товара увеличивает номинальный доход покупателя;
  - в) рост накопленного богатства увеличивает объемы потребления;
  - г) снижение цены товара увеличивает потребление альтернативных товаров.
2. Для построения линии «цена-потребление» необходимо:
  - а) изменять доход и исследовать изменение равновесия потребителя;
  - б) изменять цену одного из альтернативных товаров и исследовать изменение равновесия потребителя;
  - в) изменять доход и цены и исследовать изменение равновесия потребителя;

г) изменять цены двух альтернативных товаров и исследовать изменение равновесия потребителя.

3. Кривые безразличия не обладают следующими свойствами:

- а) лежащие выше и правее других кривые безразличия представляют менее предпочтительные для потребителя наборы товаров;
- б) имеют отрицательный наклон;
- в) никогда не пересекаются;
- г) выпуклы к началу координат.

4. Наклон бюджетной линии определяется:

- а) количеством потребляемых товаров;
- б) соотношением предельных полезностей товаров в точке равновесия потребителя;
- в) соотношением цен товаров;
- г) соотношением дохода потребителя и предельной полезностью данных товаров.

5. Какова особенность кардиналистского подхода к анализу потребительского поведения:

- а) не требует сравнимости полезности различных благ;
- б) предполагает количественное измерение величины полезности;
- в) не требует независимости полезностей друг от друга;
- г) не требует снижения величины предельной полезности при росте запаса благ.

6. Если товары жестко дополняют друг друга в удовлетворении некоторой потребности, то это означает:

- а) что предельная норма замещения убывает;
- б) что кривая безразличия имеет вид прямого угла;
- в) что кривая безразличия имеет вид прямой линии;
- г) что кривая безразличия имеет положительный наклон.

7. Точки пересечения бюджетной линии с осями координат характеризуются тем, что там:

- а) потребитель тратит не весь свой доход;
- б) потребитель тратит весь свой товар на один из товаров;
- в) потребитель вообще ничего не тратит;
- г) потребитель осуществляет максимизацию полезности.

8. Какой из следующих перечней значений общей полезности иллюстрирует закон убывающей предельной полезности:

- а) 300, 400, 500, 600;
- б) 300, 550, 850, 1200;
- в) 500, 400, 300, 200;

г) 300, 350, 370, 380.

9. Предположим, что потребитель имеет доход в 8 ден. единиц. Цена товара А равна 1 ден. ед., а цена товара В – 0,5 ден. ед. Какая из следующих комбинаций приобретаемых товаров находится на бюджетной линии потребителя:

- а) 8 товаров А и 1 товар В;
- б) 7 товаров А и 1 товар В;
- в) 6 товаров А и 6 товаров В;
- г) 5 товаров А и 6 товаров В.

10. Потребитель с постоянным доходом может достичь положения равновесия, когда:

- а) предельная норма замещения двух товаров равна отношению величин спроса на них;
- б) отношение величин спроса равно отношению цен на эти товары;
- в) эффект дохода превышает эффект замещения;
- г) предельная норма замещения равна обратному отношению цен на эти товары.

## Тема 6. Цена, издержки и прибыль фирмы в рыночной экономике

### Задача 6.1.

Функция общих затрат фирмы имеет вид  $TC = 100 - 2Q^2 + 0,04Q^3$ . Определить величину предельных затрат фирмы при  $Q = 12$  единиц.

### Задача 6.2.

Известно, что постоянные затраты фирмы равны 55 ден. ед. Функция предельных затрат фирмы имеет вид  $MC = 22 - 8Q + 2Q^2 + 2Q^3$ . Определить функцию общих затрат фирмы и рассчитать их при выпуске 3 ед. продукции.

### Задача 6.3.

Производственная функция цеха имеет вид  $Q = 5L^{0,5} \times K^{0,5}$ , где L - количество часов труда; K- количество часов работы машин. Предположим, что в день затрачивается 9 часов труда и 9 часов работы машин. Каково максимальное количество выпущенной продукции? Определить средний продукт труда. Предположим, что цех удвоил затраты обоих ресурсов. Определить каков будет при этом объем выпускаемой продукции.

### Задача 6.4.

Заполнить пропуски в следующей таблице.

L	TP	AP	MP
---	----	----	----

3	...	20	-
4	80	...	...
5	...	...	10
6	95	...	...

### Задача 6.5.

Заполнить пропуски в следующей таблице.

Q	TC	FC	VC	ATC	AFC	AVC	MC
0	4						
1	8						
2	10						
3	14						
4	20						
5	28						

Определите, какой объем производства выберет фирма, если цена товара будет 5 руб.? Ниже какого уровня должна снизиться цена, чтобы предприятие прекратило производство данного товара в краткосрочном периоде? Фирма работает в условиях совершенной конкуренции.

### Задача 6.6.

Функция средних переменных затрат имеет вид  $AVC = 10 + 2Q$   
 Постоянные затраты равны 12 ден. ед. Найти алгебраическое выражение для функций остальных видов затрат.

### Задача 6.7.

Функция общих затрат предприятия имеет вид  $TC = 30 + 5Q + Q^2$   
 Определить выражения для постоянных, переменных, предельных, средних общих, средних постоянных и средних переменных затрат как функции от Q. При каком значении средние общие затраты достигают минимума?

### Задача 6.8.

Известно, что постоянные затраты фирмы составляют 80 ден. ед.  
 Функция предельных затрат имеет вид  $MC = 30 - 10Q + 6Q^2 + 1,6Q^3$ . Найти алгебраическое выражение для функций остальных видов затрат. Определить общие затраты фирмы при выпуске 3 единиц продукции.

### Задача 6.9.

Рассчитайте годовую прибыль предприятия, если доход за год составил 2,5 млн рублей, годовые переменные издержки составили 0,5 млн рублей, постоянные издержки составили 1,2 млн рублей. Рассчитайте рентабельность продаж.

### Задача 6.10.

Найдите прибыль и определите рентабельность продаж продуктового магазина за месяц, если выручка за данный месяц составила 4 500 000 рублей, средняя наценка на товары составила 22%. Затраты на покупку

товаров для продажи: 3510 000 рублей, заработную плату за месяц составили 400 000 рублей, затраты на арендную плату и коммунальные услуги: 230 000 рублей.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Предельные затраты равны:

- а) средним общим затратам, умноженным на число единиц выпуска;
- б) приросту постоянных затрат в результате увеличения выпуска на единицу;
- в) приросту переменных затрат в результате увеличения выпуска на единицу.

2. Производственная функция показывает:

- а) какие затраты нужно осуществить на тот или иной объем выпуска;
- б) наиболее выгодный для фирмы выпуск при данных ценах на ресурсы;
- в) максимальное количество продукта, которое можно получить, используя различные сочетания ресурсов.

3. При любом данном объеме выпуска общие издержки фирмы равны:

- а) средним общим издержкам минус средние переменные издержки;
- б) средним переменным издержкам, умноженным на величину выпуска;
- в) средним общим издержкам, умноженным на величину выпуска.

4. Мгновенным периодом называется период, в котором:

- а) все факторы производства рассматриваются как переменные;
- б) все факторы производства рассматриваются как постоянные;
- в) часть факторов постоянна, а часть является переменной.

5. Длительным периодом называется период, в котором:

- а) все факторы производства рассматриваются как переменные;
- б) все факторы производства рассматриваются как постоянные;
- в) часть факторов постоянна, а часть переменна.

6. Предельный продукт труда - это:

- а) отношение совокупного выпуска к затратам труда;
- б) прибавка к выпуску, полученная за счет увеличения затрат труда на 1 единицу;
- в) объем выпуска при различных объемах затрат труда;

7. Чтобы найти постоянные затраты, необходимо:

- а) из общих затрат вычесть переменные;
- б) из общих затрат вычесть переменные и разделить на объем выпуска;
- в) к средним переменным затратам прибавить средние постоянные.

8. К постоянным издержкам относятся:

- а) затраты на заработную плату управляющего персонала;
- б) стоимость сырья и оборудования;



в) затраты на оплату труда работников.

9. Переменные издержки - это:

а) затраты, имеющие место вне зависимости от изменения объема производства;

б) изменяющиеся в зависимости от изменения объема производства;

в) альтернативные издержки производства.

10. Средние постоянные издержки это:

а) затраты на сырье, оборудование в расчете на единицу продукции;

б) бухгалтерские затраты на единицу продукции;

в) постоянные затраты в расчете на единицу продукции.

11. Что такое валовая прибыль?

а) часть валового дохода предприятия, которая остается после вычета всех обязательных расходов +

б) показатель, характеризующий конечный результат производственной или коммерческой деятельности предприятия

12. Какие методы используются в планировании прибыли?

а) метод прямого счета и аналитический +

б) балансовый метод

в) метод, основанный на эффекте операционного рычага (CVP-анализ) +

г) экономико-математические методы

13. Прибыль от реализации продукции формируется как...

а) разность выручки от реализации продукции и операционных доходов и расходов

б) разность между объемом валовой продукции и себестоимостью по смете затрат на производство

в) выручка от реализации продукции за вычетом коммерческих расходов

г) разность выручки от реализации продукции и себестоимости продукции +

14. Балансовая прибыль предприятия это:

а) разность выручки от реализации продукции и себестоимости продукции

б) сумма прибыли от реализации + прибыль от внереализационных операций и реализации основных средств +

в) разница между выручкой предприятия и переменными затратами

г) разница между выручкой предприятия и его постоянными затратами

## **Тема 7. Макроэкономическое равновесие, его механизм**

### **Задача 7.1.**

В отчетном году результаты социально-экономического развития страны отразились в следующих макроэкономических показателях (в денежном выражении, условные единицы): валовой национальный продукт (ВНП) 100; амортизация основного капитала 10; расходы домохозяйств на приобретение товаров и услуг 50; государственные закупки товаров и услуг 15; чистый экспорт (-4); косвенные налоги 5; транспортные платежи 2,5. Определите: чистый национальный продукт; национальный доход; личный располагаемый доход.

### Задача 7.2.

Экономика страны в отчетном году достигла параметров, отраженных следующей системой макроэкономических показателей (в денежном выражении, в условных единицах): расходы населения на потребления товаров и услуг 490; амортизационные отчисления 54; арендная плата 28; взносы на социальное страхование 40; транспортные платежи 24; доходы от собственности 35; процент 26; дивиденды 28; заработная плата лиц наемного труда 473; чистый экспорт 64; нераспределенная прибыль корпораций 42; косвенные налоги 36; личные налоги 52; налог на прибыль корпораций 38; прибыль корпораций 108; государственные закупки товаров и услуг 144; сбережения населения 32; чистые внутренние инвестиции 66.

Определите: ВВП, ЧНП, НД.

### Задача 7.3.

Кругооборот расходов и доходов в закрытой экономической системе характеризуется следующими потоками: 900 ед. - заработная плата наемных работников; 200 ед. - чистые частные внутренние инвестиции; 100 ед. - дивиденды; 700 ед. - потребительские расходы домохозяйств; 200 ед. - пенсии, стипендии, пособия; 300 ед. - подоходные налоги; 150 ед. - налоги на прибыль корпораций; 200 ед. - государственные закупки товаров и услуг.

Заполните следующую таблицу.

От/к	Домохозяйства м	Предпринимателя м	Государств у	Всего о
Домохозяйств				
Предпринимателе й				
Государства				
Всего				

### Вопросы для самоконтроля

- ВВП отличается от ВНП:
  - на величину сальдо между доходами, полученными резидентами данной страны за рубежом, и доходами, полученными иностранными резидентами на территории данной страны;
  - ВВП - это сумма всех произведенных товаров и услуг в отличие от ВНП, представляющего собой сумму всех реализованных товаров и услуг;
  - на величину сальдо между доходами, полученными юридическими и физическими лицами данной страны за рубежом.

2. Для определения величины национального дохода надо:
- а) вычесть из величины ВВП сумму косвенных налогов;
  - б) уменьшить величину ВВП на сумму износа используемых основных фондов;
  - в) вычесть из величины ВВП сумму амортизационных отчислений за данный период, сумму косвенных налогов и объем государственных субсидий.
3. Источником личных доходов являются:
- а) доходы от собственности;
  - б) трансфертные платежи;
  - в) все ответы верны.
4. Национальное богатство – это:
- а) природные и человеческие ресурсы;
  - б) культурные ценности;
  - в) средства производства, накопленное имущество, природные ресурсы, материальные и культурные ценности.
4. Инфляция – это:
- а) рост цен;
  - б) обесценивание денег по отношению к реальным;
  - в) все ответы неправильны.
5. Если рост цен на товары не превышает 5% в год, то это:
- а) ползучая инфляция;
  - б) гиперинфляция;
  - в) галопирующая инфляция.
6. Если цены различных товарных групп растут, но относительно друг друга не меняются, то это:
- а) ожидаемая инфляция;
  - б) подавленная инфляция;
  - в) сбалансированная инфляция.
7. Если повышаются цены на сырье, растет заработная плата, а объем производства и занятость снижаются, то это:
- а) инфляция избыточного спроса;
  - б) стагфляция;
  - в) инфляция издержек производства.
8. Кривая, показывающая связь между уровнем безработицы и годовым темпом роста цен, - это:
- а) кривая Лоренца;
  - б) кривая Лаффера;

в) кривая Филипса.

9. Покупательная способность денег в условиях инфляции:

- а) снижается;
- б) повышается;
- в) не изменяется.

10. Инфляция проявляется:

- а) в росте общего уровня цен и росте реальных доходов населения;
- б) в росте общего уровня цен и падении реальных доходов населения;
- в) только в росте общего уровня цен без изменения реальных доходов.

11. Экономисты считают, что полная занятость в стране достигается в том случае, когда:

- а) все население страны работает;
- б) работают все, кто достиг трудоспособного возраста;
- в) работают все, кто хочет работать.

12. Естественный уровень безработицы отличается от фактического на величину:

- а) циклической безработицы;
- б) фрикционной безработицы;
- в) структурной безработицы.

13. В условиях полной занятости уровень структурной безработицы:

- а) равен 0;
- б) меньше 1 %;
- в) меньше, чем уровень фрикционной безработицы.

14. Определите, какие лица относятся к безработным:

- а) рабочий, уволившийся по собственному желанию;
- б) токарь, переведенный на неполный рабочий день;
- в) студент дневного отделения высшего учебного заведения.

## **Тема 8 . Цикличность экономического роста и развития рыночной экономики**

### Задача 8.1.

В текущем году располагаемый доход населения страны увеличился с 800 до 900 ден. ед. При этом потребительские расходы населения возросли с 750 до 840 ден. ед. Определить предельные склонности к накоплению и потреблению.

### Задача 8.2.

Функция сбережений домохозяйств имеет следующий вид:  $S = 20r - 150$ . Реальная ставка процента ( $r$ ) снизилась с 15 до 10 % годовых. Найти при неизменной величине располагаемого дохода объем потребительских расходов домохозяйств.

### Вопросы для самоконтроля

1. Экономический рост измеряется как:
  - а) увеличение реального объема национального производства за определенный временной период;
  - б) увеличение реального объема производства на душу населения за определенный период времени;
  - в) все ответы верны.
  
2. К экстенсивным факторам экономического роста относится:
  - а) увеличение производительности труда;
  - б) улучшение организации производства;
  - в) увеличение численности занятых в производстве работников.
  
3. Циклический характер развития экономики проявляется:
  - а) в колебаниях экономической конъюнктуры, имеющих периодический характер;
  - б) в периодических спадах деловой активности;
  - в) в периодических подъемах деловой активности.
  
4. Фазами промышленного цикла принято считать:
  - а) бум, подъем, о и рост экономики;
  - б) депрессию, спад, падение деловой активности;
  - в) оживление, подъем, депрессию, кризис.
  
5. Антициклическое регулирование экономики направлено:
  - а) на сокращение кризисного падения производства;
  - б) на ускорение экономического роста;
  - в) на стабилизацию экономического развития.
  
6. В период экономических спадов совокупный спрос в национальном хозяйстве:
  - а) увеличивается;
  - б) уменьшается;
  - в) остается без изменений.
  
7. Циклический характер экономического развития характерен для:
  - а) рыночной экономики;
  - б) традиционной экономики;
  - в) командно-административной экономики.

8. Увеличение количества денежного в обращении в модели AD-AS отражается:

- а) сдвигом кривой совокупного предложения вправо;
- б) сдвигом кривой совокупного спроса влево;
- в) сдвигом кривой совокупного спроса вправо.

9. Увеличение равновесного объема реального ВВП при снижении уровня цен возможно:

- а) при одновременном росте совокупного спроса и снижении издержек производства в результате внедрения новых технологий;
- б) при увеличении совокупного спроса;
- в) невозможно ни при каких условиях.

10. Кривая совокупного спроса выражает взаимосвязи между:

- а) уровнем цен и запланированными фирмами, домохозяйствами и государством расходами на покупку конечных товаров и услуг;
- б) уровнем цен и запланированными потребительскими расходами домохозяйств;
- в) уровнем цен и запланированным фирмами реальным объемом конечных товаров и услуг.

11. Совокупный спрос описывается функцией вида:

- а)  $AD = (M \cdot V) / P$ ;
- б)  $AD = (M \cdot P) / V$ ;
- в)  $AD = (P \cdot V) / M$ .

## **Тема 9. Основы менеджмента. Менеджмент как вид деятельности. Внутренняя и внешняя среда организации.**

### **Задание 1.**

Цель работы: дополнить перечень переменных внутренней и внешней среды организации, используя таблицу 1.

Таблица 1 - Внутренняя и внешняя среда организации

Внутренняя среда	Внешняя среда
- цели; - задачи; - - -	А. Переменные прямого воздействия: - конкуренты; - - Б. переменные косвенного воздействия: - демография; -

### **Задание 2.**

**«Проведение анализа и оценки деловой среды организации»**

Цель работы: выявить влияние элементов деловой среды на деятельность организации.

Для выполнения задания необходимо заполнить таблицу 22 по выявлению влияния факторов внешней среды на деятельность отрасли и вашей организации.

Используйте методику составления и анализа экспертных оценок. В таблицу профиля среды вписываются отдельные факторы (таблица 17). По каждому фактору экспертным путем дается оценка:

- его важности для отрасли по шкале: 5- очень важно; 4 – важно; 3 – скорее важно, чем неважно; 2 – скорее неважно, чем важно; 1 – неважно; 0 – совершенно неважно;

- влияния на организацию по шкале: 5 – очень важно; 4 – важно; 3 – скорее важно, чем неважно; 2 – скорее неважно, чем важно; 1- неважно; 0 – совершенно неважно;

-направленности по шкале: +1- позитивное влияние, -1 – негативное влияние.

Далее все три экспертные оценки перемножаются, и получается интегральная оценка, показывающая степень важности данного фактора.

После заполнения таблицы необходимо сделать выводы о наибольшем положительном и отрицательном влиянии на деятельность организации отдельных переменных факторов внешней среды.

По материалам вашей либо хорошо знакомой вам организации сделайте выводы по влиянию демографической среды на отрасль и ее деятельность.

Таблица 2 – Влияние демографической среды на деятельность организации

Факторы среды	Важность для отрасли	Влияние на организацию	Направление влияния	Степень важности для организации
Количество потенциальных потребителей				
Наличие и потенциальное количество рабочей силы				
Квалификационные характеристики рабочей силы				

### Задание 3.

Проведите исследование влияния экономических факторов на деятельность отрасли и организации и заполните аналитическую таблицу 18.

Таблица 3 - Влияние экономической среды на деятельность организации

Факторы среды	Важность для отрасли	Влияние на предприятие	Направление влияния	Степень важности для предприятия
Общий уровень экономического развития				
Уровень развития конкурентных отношений				
Масштабы правительственной поддержки				
Инновационные процессы				
Система налогообложения и качество экономического законодательства				
Размеры рынка и темпы его развития				
Размеры и темпы роста сегментов в соответствии с интересами предприятия				
Система ценообразования и уровень централизованного регулирования цен				
Ставка банковского процента				

### Вопросы для самоконтроля

1. Какие элементы внешней среды оказывают прямое влияние на организацию?
  - а) Политические факторы, профсоюзы, международные события
  - б) Конкуренты, потребители, поставщики, законы и государственные органы



- в) Конкуренты, состояние экономики, международные события, потребители
- г) Конкуренты, поставщики, политические факторы, НТП

2. Основными факторами внутренней среды организации являются:

- а) Цели, структура, технология, люди, задача
- б) Профсоюзные организации
- в) Верховная рада Украины
- г) Государственные органы власти

3. Определите из предложенного перечня основных элемента внутренней среды:

- а) Технология, специализация, структура, задачи, люди
- б) Цели, технология, ресурсы, работники, задачи, люди, структура
- в) Люди, технология, координация, объемы управления, задачи
- г) Стандартизация, задачи, структура, люди, технология.

4. Какие элементы внешней среды имеют косвенное влияние на деятельность организации?

- а) Профсоюзы, НТП, конкуренты, состояние экономики
- б) Политические обстоятельства, состояние экономики, состояние техники и технологии, международные события
- в) Политические обстоятельства, система экономических отношений в государстве, государственные органы власти, партии
- г) НТП, государственные органы власти, международное окружение, поставщики

5. Определите из предложенного перечня основных элемента внутренней среды:

- а) Технология, специализация, структура, задачи, люди
- б) Цели, технология, ресурсы, работники, задачи, люди, структура
- в) Люди, технология, координация, объемы управления, задачи
- г) Стандартизация, задачи, структура, люди, технология.

6. Какие элементы внешней среды имеют косвенное влияние на деятельность организации?

- а) Профсоюзы, НТП, конкуренты, состояние экономики
- б) Политические обстоятельства, состояние экономики, состояние техники и технологии, международные события
- в) Политические обстоятельства, система экономических отношений в государстве, государственные органы власти, партии
- г) НТП, государственные органы власти, международное окружение, поставщики

7. Основные функции менеджмента:

- а) Планирование, организация, принятие решений, контроль
- б) Планирование, организация, мотивация, контроль

- в) Планирование, организация, координация, мотивация
- г) Организация, планирование, контроль, кооперирования

8. С помощью какой функции менеджмента создается ориентир будущей деятельности организации?

- а) Планирование
- б) Организации
- в) Контроль
- г) Мотивация.

## **Тема 10. Системы менеджмента**

### **Задание 1.**

Составьте миссию, обозначьте цели и найдите ресурсы для организации предприятия (профиль: сфера биологических и биомедицинских производств).

### **Задание 2.**

Как мотивировать деятельность работников, если возможности повысить им заработную плату нет?

### **Задание 3.**

Проанализируйте, как маленькая фирма, которая только начинает дело, может привлечь нужных людей, если оценивать труд работников по рыночной цене фирма в настоящее время не может.

### **Задание 4.**

Один из ваших сотрудников уходит на другую работу с более высокой платой. Вы не знаете, что можете этому что-то противопоставить. Что делать?

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Планирование – это:

- а) управленческая функция
- б) сфера деятельности
- в) объект управления

2. Регулирование – это:

- а) стадия процесса управления
- б) управленческая функция
- в) норма управляемости

3. Как можно использовать стратегическое планирование для совершенствования управления?

- а) повысить оплату труда служащих

- б) установить более современные цели и информировать о них служащих
- в) усовершенствовать коммуникации

4. Стратегическое планирование – это:

- а) процесс выбора целей
- б) процесс выбора структуры
- в) процесс выбора решений

5. Показатели достижения целей:

- а) уровень прибыли
- б) общий объем продаж
- в) зарубежные инвестиции

6. Стратегические планы разрабатываются:

- а) индивидуально
- б) в пределах отдельного подразделения
- в) общефирменными усилиями

7. Современные организации, как правило:

- а) многоцелевые
- б) одноцелевые
- в) бесцелевые

8. На процесс планирования влияют:

- а) внешняя среда
- б) внутренняя среда
- в) культура фирмы

## **Тема 11. Процессы управления**

### **Задание 1**

После успешного окончания университета по специальности «Менеджмент» Андрей Жуков поступил на работу в фирму «Нарджилия» в качестве менеджера по внешнеэкономической деятельности. Через три месяца Андрей был включен в группу специалистов фирмы, которой было поручено подготовить предложения по расширению объема международных операций. Фирма «Нарджилия» являлась одной из ведущих в продвижении на российском рынке импортной бытовой техники. Из-за высоких таможенных пошлин на ввозимую готовую продукцию руководство компаний решило

Производить сборку ряда образцов бытовой техники в России. Группе было поручено провести оценку открывающихся возможностей и ожидаемого риска в реализации такого решения. Руководитель группы, в которую входил

Андрей , попросил его подготовить предварительную оценку ситуации, а также список вопросов, ответы на которые должны быть получены от руководства и подразделений компании. Представьте себя на месте Андрея. Как бы Вы выполнили задание руководителя группы?

### **Задание 2**

Вероятность того, что после вакцинации у человека поднимется температура, составляет 20 %. Из этого следует, что состояние «температура» имеет вероятностное значение 0,20, в то время как состояние «нет температуры» — значение 0,80. Риск инфицирования составляет 4 % (вероятностное значение — 0,04), а вероятность того, что человек не будет инфицирован, таким образом, составляет 96 % (вероятностное значение — 0,96). Примите решение, стоит ли осуществлять вакцинацию на Вашем предприятии.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Что такое миссия организации?
  - а) предназначение фирмы
  - б) микрокультура фирмы
  - в) структура управления фирмой
  
2. Цели в системе управления подразделяются на:
  - а) качественные
  - б) количественные
  - в) комплексные
  
3. Качественные цели определяются с помощью:
  - а) метода моделирования
  - б) метода экспертных оценок
  - в) метода стоимостного анализа
  
4. Главная задача формирования целей организации:
  - а) построение совершенной структуры управления
  - б) построение функциональных подразделений
  - в) четкое распределение обязанностей исполнителей и руководителей в подразделениях
  
5. Что представляет собой понятие «функция управления»?
  - а) одна из характеристик процесса управления
  - б) подразделение в системе управления
  - в) документация в системе управления
  
6. Основой существования организации является:
  - а) мотивация сотрудников

- б) миссия
- в) корпоративная культура

7. Корректировка целей производится:

- а) до выявления степени достижения целей
- б) после выявления достижения целей
- в) в процессе выявления достижения целей

8. Реализация целей предусматривает:

- а) закрепление целей за каждым исполнителем
- б) установление графика выполнения работ
- в) контроль выполнения целей

9. Основные требования, предъявляемые к целям:

- а) конкретность
- б) измеримость
- в) достижимость

## Тема 12. Механизмы менеджмента

### Задание 1

Выбрать один из типов организационной структуры управления для своей организации, обосновав свой выбор (преимущества и недостатки). Составить конкретную схему организационной структуры управления для своей организации. Проанализировать эффективность различных организационных структур управления для выбранной студентом конкретной коммерческой организации (по профилю своей специальности).

### Задание 2

Определите потребности работника, наладчика станков с программным управлением промышленного предприятия, а также органы (субъекты), с помощью которых следует удовлетворять те или иные потребности работника. Внесите эти данные в таблицу .

Субъекты	Группы потребностей				
	Физиологические	безопасности и защищенности	принадлежности и причастности	признания и самодовольствия	самовыражения
Государство					
Предприятие					
Менеджер					

## Вопросы для самоконтроля

1. В организации выделяют следующие уровни управления:

- а) институциональный, управленческий, технический;
- б) институциональное, средний, технологический;
- в) организационный, функциональный, линейный;
- г) вертикальный и горизонтальный.

2. Управленческие полномочия — это:

- а) Реальная возможность использовать ресурсы организации и действовать.
- б) Совокупность официально предоставленных прав и обязанностей самостоятельно принимать решения, отдавать распоряжения, совершать те или иные действия в интересах организации.
- в) Обязательства работника выполнять задачи, свойственные занимаемой им должности и отвечать за результаты своей деятельности.
- г) Обязательства отвечать за выполнение задачи результаты труда подчиненных ему работников.

3. Функциональная структура управления строится на:

- а) иерархии органов, обеспечивающих выполнение каждой функции управления на всех уровнях.
- б) иерархии органов, осуществляющих контроль.
- в) иерархии органов, координирующих деятельность.
- г) все ответы неверны.
- д) управлении средними и малыми организациями.

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»**

А. И. Новак, О. А. Федосова, Г. Н. Глотова, Т. Г. Иванова, Е. В. Зайцева

**БИОЛОГИЯ РАЗМНОЖЕНИЯ И РАЗВИТИЯ**

**Учебное пособие  
для практических занятий и самостоятельной работы  
обучающихся по направлению подготовки 06.03.01 Биология**

**Рязань – 2019**

УДК 57.017.642  
ББК 28.03 Ч421,8(3)215  
Н 723

Учебное пособие подготовлено сотрудниками кафедры зоотехнии и биологии ФГБОУ ВО РГАТУ: профессором, доктором биологических наук, А. И. Новак; доцентом, кандидатом биологических наук, О. А. Федосовой; доцентом, кандидатом с.-х. наук, Г. Н. Глотовой; сотрудниками кафедры зоологии и анатомии ФГБОУ ВО БГУ: доцентом, кандидатом биологических наук, Т. Г. Ивановой; профессором, доктором биологических наук, Е. В. Зайцевой.

В учебном пособии изложена информация по основным разделам биологии размножения и развития: морфологии половых клеток, особенностях строения женской и мужской половых систем, оплодотворении, дроблении, гастрюляции, гисто- и органогенезу, внезародышевых органах, развитии ланцетника, амфибий, птиц и млекопитающих. Представлена методика выполнения заданий по дисциплине «Биология размножения и развития»; составлены вопросы, задания и тесты для самоподготовки студентов.

Учебное пособие предназначено для практических занятий и самостоятельной работы студентов направления подготовки 06.03.01 Биология.

Рецензенты:

заведующий кафедрой анатомии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский университет физической культуры» доктор биологических наук, профессор, Я.В. Латышин;

заведующая кафедрой биологии и методики ее преподавания федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина», кандидат биологических наук, доцент, С. И. Ананьева.

Учебное пособие рассмотрено на заседании кафедры зоотехнии и биологии, протокол № 1 от 30 августа 2019 г.

Заведующий кафедрой зоотехнии и биологии  И. Ю. Быстрова

Учебное пособие одобрено учебно-методической комиссией факультета ветеринарной медицины и биотехнологии, протокол № 1 от 30 августа 2019 г.

Председатель



О.А. Федосова



## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	4
Тема 1. Размножение. Прогенез. Гаметогенез.....	5
Тема 2. Морфология половых клеток .....	12
Тема 3. Женская половая система .....	20
Тема 4. Мужская половая система.....	39
Тема 5. Оплодотворение .....	51
Тема 6. Дробление и его закономерности.....	62
Тема 7. Характеристика и закономерности гастрюляции .....	69
Тема 8. Гисто- и органогенез .....	76
Тема 9. Внезародышевые органы .....	82
Тема 10. Развитие ланцетника.....	86
Тема 11. Развитие амфибий.....	91
Тема 12. Развитие птиц .....	97
Тема 13. Развитие млекопитающих.....	106
Список использованной литературы.....	113

## ВВЕДЕНИЕ

**Цель и задачи изучения дисциплины** – изучить закономерности онтогенеза многоклеточных животных, а также человека, начиная с гаметогенеза и включая послезародышевое развитие, подготовить основу для изучения профессиональных дисциплин путем достижения следующих задач:

- сформировать у студентов умение свободно использовать знания разных процессов размножения и развития для понимания влияния экологических факторов на эмбриогенез, механизмов тератогенеза и важности профилактики аномалий;

- обеспечить стойкое осознание студентами, как будущих специалистов с высшим биолого-экологическим образованием, подхода к здоровому образу жизни как основам создания семьи и рождения здоровых детей.

**Знания, умения и навыки, получаемые в результате изучения дисциплины.**

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:**

- строение половых клеток животных и человека;
- механизмы оплодотворения, эмбрионального и постэмбрионального развития;
- особенности эмбрионального развития ананний и амниот;
- вопросы экологической и эволюционной эмбриологии.

**уметь:**

- работать с гистологическими препаратами и с микроскопической техникой;
- пользоваться учебной, методической и справочной литературой;

**владеть:**

- научной терминологией;
- методикой исследований эмбриологического материала и микропрепаратов.

## ТЕМА 1. РАЗМНОЖЕНИЕ. ПРОГЕНЕЗ. ГАМЕТОГЕНЕЗ

**Цель работы:** познакомиться со стадиями развития женских и мужских половых клеток и проследить за преобразованием гамет в процессе гаметогенеза.

### **Ход работы:**

1. Изучите теоретический материал по размножению, прогенезу и гаметогенезу (подразделы 1.1, 1.2).
2. Рассмотрите и зарисуйте обобщенные схемы:
  - а) схема сперматогенеза у человека;
  - б) схема овогенеза у человека.
3. Работа с микропрепаратами:
  - а) препарат «Формирование спермия из сперматиды»;
  - б) препарат «Сперматогенез»;
  - в) препарат «Овогенез в яичнике плода».

### **1.1. Виды размножения животных**

Размножение является одним из важнейших свойств, характерных для всех живых организмов. В результате этого процесса возникает новый организм, обеспечивающий тем самым сохранение и развитие определенных видов. Размножение животных осуществляется двумя способами в зависимости от их положения в эволюционной лестнице:

1. бесполом;
2. половым.

Бесполое размножение характерно для одноклеточных и некоторых низших многоклеточных организмов. Половое размножение имеет место у многоклеточных организмов, в составе которых имеется два типа клеток:

1. соматические, из которых построен организм, осуществляющих структурное постоянство, поддержание метаболических процессов и регуляцию основных жизненных процессов;
2. половые клетки, которые не принимают участия в осуществлении общих жизненных функций организма, а находятся в специализированных органах – гонадах (половых железах), в которых они размножаются, растут и созревают, приобретая способность образовывать новый организм, что и является их единственным и исключительным предназначением.

### **1.2. Гаметогенез**

Гаметогенез – это процесс образования и созревания половых клеток в половых железах: мужских половых клеток – сперматозоидов (сперматогенез) и женских гамет – яйцеклеток (овогенез).

*Сперматогенез.* В мужской половой системе сперматогенез происходит в половых железах (гонадах), представленных парным органом – яичками, выполняющими две важнейшие функции:

- генеративную (образование мужских половых клеток);

– эндокринную (синтез мужских половых гормонов).

Эти функции взаимосвязаны, хотя и обеспечиваются различными структурными компонентами органа. В сперматогенезе выделяют четыре периода (рисунок 1):

- период размножения;
- период роста;
- период созревания;
- период формирования.

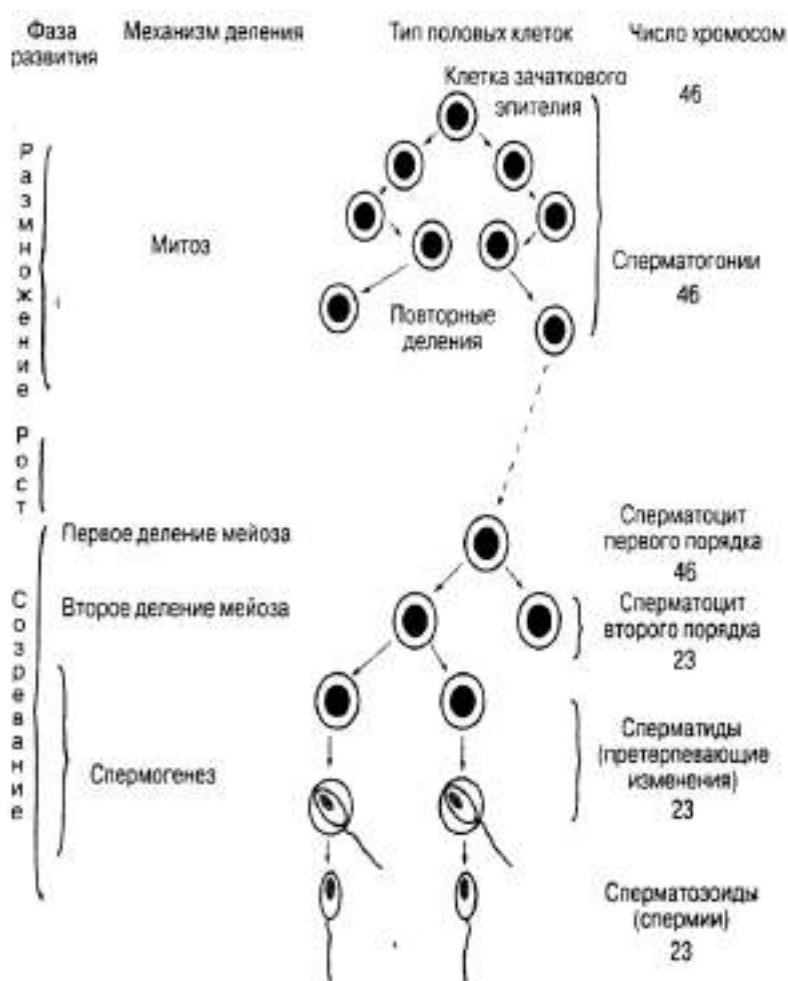


Рисунок 1 – Схема сперматогенеза у человека.

1. *Период размножения.* Сперматогенные клетки представлены сперматогониями. Это мелкие округлые диплоидные клетки, располагающиеся на базальной мембране семенных извитых канальцев. Различаются два типа сперматогонии: А и В. Тип А представлен светлыми и темными слегка уплощенными клетками со светлым ядром. Темные сперматогонии – неделящиеся, покоящиеся клетки, считаются стволовыми; светлые сперматогонии – клетки, делящиеся митозом. Одни из них поддерживают популяцию камбиальных клеток, другие – в ходе последовательных делений становятся сперматогониями типа В. Последние имеют грушевидную форму, большое округлое ядро и центрально расположенное ядрышко. Они превращаются в первичные сперматоциты (сперматоциты 1-го порядка).

2. *Период роста.* Сперматоциты 1-го порядка значительно увеличиваются в объеме и становятся самыми крупными сперматогенными клетками, содержание ДНК в ядрах удваивается (2п, 4с). Они отделяются от базальной мембраны канальцев и смещаются по направлению к просвету канальца. Сперматоциты 1-го порядка сразу вступают в профазу первого деления мейоза, продолжительностью около 22-х суток.

3. *Период созревания.* У особей мужского пола первое редукционное деление мейоза заканчивается образованием двух сперматоцитов 2-го порядка, или вторичных сперматоцитов. Это клетки меньших размеров, чем первичные, которые располагаются ближе к просвету канальцев. Второе эквационное деление заканчивается появлением 4-х гаплоидных клеток – сперматид.

4. *Период формирования (спермиогенез).* В этом периоде происходит преобразование сперматид в зрелые половые клетки сперматозоиды (спермии).

*Овогенез.* В отличие от сперматогенеза развитие женских гамет – яйцеклеток происходит в двух органах женской половой системы: яичниках и маточных трубах (яйцеводах) и в этом процессе отсутствует период формирования (схема 2). В отличие от сперматогенеза в яичниках происходит размножение, рост и частично созревание, заканчивающееся в яйцеводе. Кроме того, окончание второго деления мейоза происходит только в результате оплодотворения, и поэтому процесс овогенеза не всегда достигает конца.

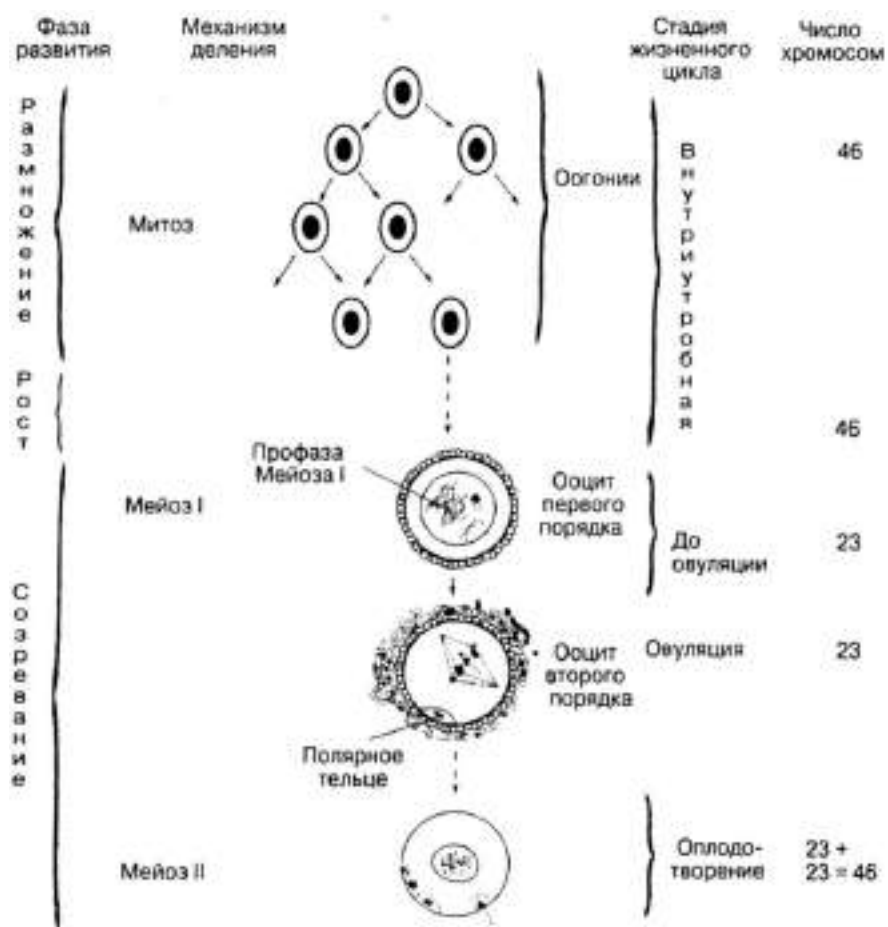


Рисунок 2 – Схема овогенеза человека.

1. *Период размножения.* В периоде размножения образованные из гонциотов диплоидные клетки, названные овогониями, многократно делятся митотически, в результате чего в обоих яичниках человека их количество возрастает, достигая нескольких сотен тысяч. С таким запасом половых клеток девочка рождается. Новые половые клетки после рождения не возникают. После последнего деления в периоде размножения клетка вступает в профазу первого деления созревания, и на этом клеточный цикл надолго задерживается.

2. *Период роста.* Овогонии входят в период роста, который разделяется на две фазы: малый и большой рост. До наступления половой зрелости совершается процесс малого роста, когда происходит, в основном, увеличение размеров ядра и цитоплазмы за счет накопления дейтоплазматических веществ в виде желтка. В период большого роста происходит накопление в цитоплазме питательного материала, который приносится в яичник с кровью материнского организма. В состав так называемых желточных включений входят белки, жиры, жироподобные вещества. На хромосомах первичного овоцита синтезируется большое количество информационной и транспортной РНК, а также вещества особого состава, располагающиеся под плазмолеммой, образующие кортикальный слой. Так возникает первичный овоцит, или овоцит 1-го порядка, окруженный вначале слоем плоских фолликулярных клеток (примордиальный фолликул). Далее овоциты 1-го порядка вступают в фазу большого роста, формируя первичные фолликулы, у которых впервые появляется блестящая зона, имеющая вид бесструктурного оксифильного слоя между первичным овоцитом и фолликулярными клетками призматической формы. Она выполняет ряд важных функций:

1. образует полупроницаемый барьер между фолликулярными клетками и овоцитом;
2. увеличивает площадь поверхности контакта между ними;
3. обеспечивает видоспецифичность оплодотворения;
4. обеспечивает моноспермное оплодотворение;
5. защищает ранний эмбрион при его перемещении по половым путям до имплантации.

С каждым половым циклом группа овоцитов вступает в период большого роста, но не все они развиваются до конца, так как большинство из них прекращает рост и гибнет. Только один из них (очень редко несколько овоцитов) переходит к следующему периоду овогенеза – созреванию.

3. *Период созревания.* С накоплением необходимых веществ в цитоплазме первичного овоцита завершается профазы, а затем и остальные фазы первого редукционного деления созревания. В итоге образуются две диплоидные, но неодинаковых размеров, клетки. В одной из них, клетке больших размеров, называемой овоцитом 2-го порядка, или вторичным овоцитом, остаются практически все накопленные необходимые для дальнейшего развития вещества. Другая, маленьких размеров, имеет очень мало цитоплазмы, и поэтому называется редукционным, или направительным, тельцем.

Образование вторичного овоцита у женщины совпадает с моментом овуляции, когда после разрыва зрелого фолликула (Граафова пузырька), происхо-

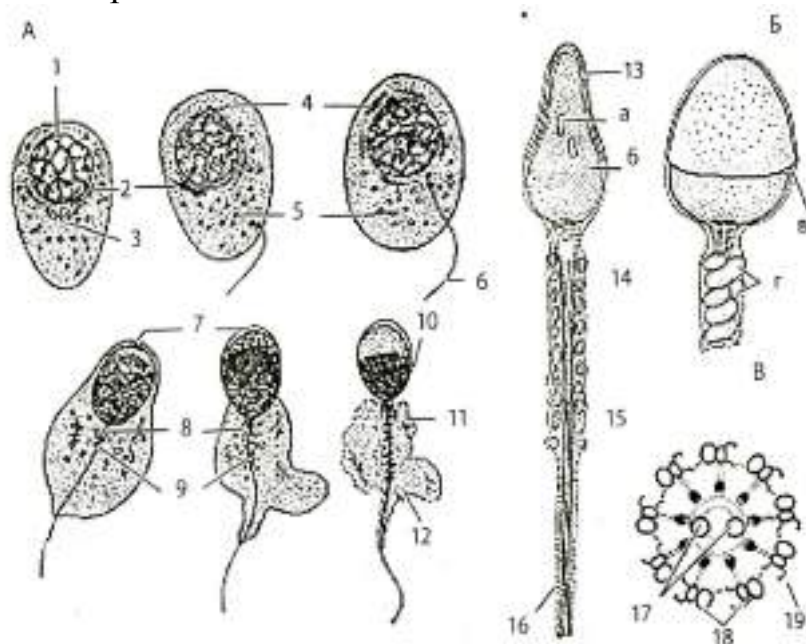
дящего обычно на 14-е сутки овариально-менструального цикла, половая клетка покидает фолликул. Вслед за этим вторичный овоцит вступает во второе эквационное деление мейоза, которое на стадии метафазы подвергается ингибции. Таким образом, овоцит 2-го порядка на стадии метафазы второго деления мейоза, окруженный прозрачной зоной и фолликулярными клетками лучистого венца, попадает в воронку маточной трубы.

Второе деление мейоза завершается не всегда, а только в том случае, если сперматозоид достигает поверхности овоцита и проникает в него. Это деление также неравномерное, так как приводит к образованию яйцеклетки из вторичного овоцита, сохраняющей все необходимые для развития нового организма вещества, и нового редукционного тельца.

### 1.3. Микропрепараты для изучения и зарисовки

#### 1. Препарат «Формирование спермия из сперматиды» (рисунок 3).

*Описание препарата.* В период формирования происходит дифференцировка, или формирование, спермия. Светлое округлое ядро сперматиды постепенно уплотняется, уменьшаясь в размере, становится овальным, приобретает эксцентричное положение; на периферию перемещается и аппарат Гольджи (рисунок 3, А). Последний локализуется между ядром и плазмолеммой и превращается сначала в акробласт, а затем в акросому (акросомный чехлик), содержащий гидролитические ферменты. Таким образом, акросома – это трансформированный аппарат Гольджи.



А – сперматиды; Б – детали строения спермия; 1 – ядро сперматиды; 2 – аппарат Гольджи; 3 – центриоли; 4 – зачаток акросомы; 5 – митохондрии; 6 – жгутик; 7 – акросомный чехлик; 8 – проксимальная центриоль; 9 – дистальная центриоль; 10 – ядерное вещество, сконцентрированное в головке спермия; 11 – митохондриальная спираль; 12 – остатки цитоплазмы

Рисунок 3 – Стадии формирования спермия из сперматиды (В. И. Соколов, 2004).

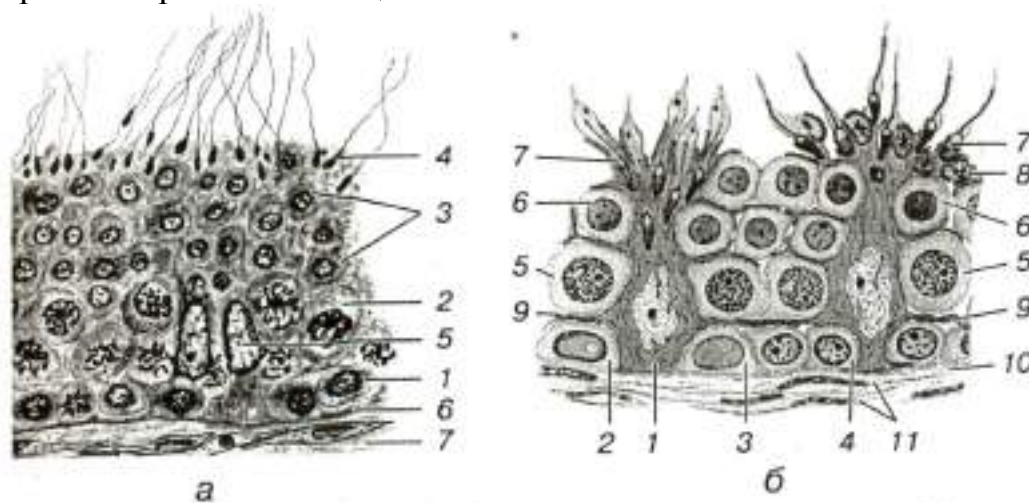
К противоположному от ядра полюсу смещается centrosома, состоящая из центриолей. Длинные митохондрии располагаются в области шейки в виде спирали. Кольцевидная часть проксимальной центриолы, сползая вниз по хвосту, увлекает за собой цитоплазму сперматиды. Цитоплазма истончается и покрывает удлиняющуюся осевую нить тонкой мембраной вплоть до концевой части хвоста. После указанных преобразований сперматида превращается в спермий, состоящий из головки, шейки и хвоста (рисунок 3, Б).

*Задание:* зарисуйте стадии формирования спермия и обозначьте детали строения.

## 2. Препарат «Сперматогенез» (рисунок 4).

*Описание препарата.* Процесс сперматогенеза изучается на срезе мужской половой железы яичка (семенника). При малом увеличении микроскопа видно, что основную массу яичка составляют срезы семенных извитых канальцев, в которых происходит развитие мужских половых клеток.

Поскольку сперматогенез протекает волнообразно по длиннику извитого канальца, на каком-либо одном поперечном или скошенном срезе канальца не всегда удастся рассмотреть все фазы сперматогенеза и соответствующие им формы клеток. Поэтому при работе с препаратом необходимо исследовать несколько разных срезов канальца.



- а: 1 – сперматогонии; 2 – сперматоцит 1-го порядка (прелептотенный сперматоцит);  
 3 – ранняя сперматида; 4 – сперматиды в фазе формирования;  
 5 – клетка Сертоли (суспендоцит); 6 – базальная мембрана; 7 – миоидные клетки.  
 б: 1 – клетка Сертоли; 2 – сперматогонии типа А – темные;  
 3 – сперматогонии типа А – светлые; 4 – сперматиды типа В; 5 – первичный сперматоцит в пахитене; 6 – ранние сперматиды; 7 – поздние сперматиды; 8 – резидуальные тела;  
 9 – зона специализированного контакта между клетками Сертоли; 10 – базальная мембрана; 11 – миоидные клетки

Рисунок 4 – Фрагмент стенки извитого семенного канальца яичка (а) и схема взаимоотношений клеток (б) (У. Clemon, 1963).



Снаружи каждый извитой каналец ограничен базальной мембраной. Непосредственно на ней (что хорошо видно при большом увеличении микроскопа) располагается ряд клеток небольших размеров, часто с фигурами митозов – это сперматогонии. На уровне сперматогоний на некотором расстоянии друг от друга лежат крупные клетки со светлыми ядрами – клетки Сертоли.

В ходе сперматогенеза половые клетки постепенно перемещаются от базальной мембраны к центру каналца, поэтому более зрелые их формы будут располагаться ближе к центру.

Над сперматогониями можно видеть сперматоциты 1-го порядка – самые крупные клетки с пузырьвидными округлыми ядрами и хромосомами в профазе первого деления мейоза.

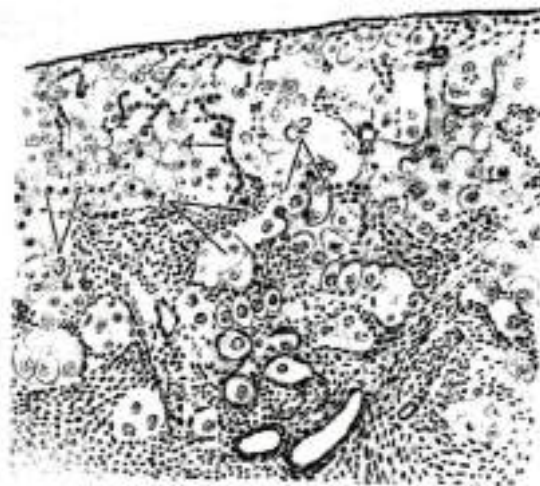
При световой микроскопии они трудно отличимы от сперматоцитов 2-го порядка (которые из-за отсутствия интерфазы между первым и вторым делениями мейоза практически не встречаются в препарате).

Еще ближе к центру располагаются сперматиды – мелкие слабо окрашенные клетки, лежащие в 3-4 ряда. В самом центре каналца находятся формирующиеся сперматозоиды, имеющие характерную форму.

*Задание:* зарисуйте фрагмент стенки извитого семенного каналца яичка и обозначьте детали строения.

### 3. Препарат «Овогенез в яичнике плода» (рисунок 5).

*Описание препарата.* В яичнике плода наблюдаются размножение, малый рост половых клеток и профазы первого мейотического деления. Рассматривая препарат при большом увеличении, можно видеть крупные округлой формы клетки – овогонии, среди которых встречаются митотически делящиеся.



1 – яйценосные шары; 2 – овогонии; 3 – митоз овогоний; 4 – фолликулярные клетки

Рисунок 5 – Овогенез в яичнике плода (Р. К. Данилов, 2003).

Овогонии тесно прилежат друг к другу, образуя группы (яйценосные шары), окруженные слоем соматических (фолликулярных) клеток. В дальнейшем эти группы разобщаются на отдельные примордиальные фолликулы, в составе

которых находятся половые клетки (овоциты 1-го порядка), закончившие малый рост и профазу первого мейотического деления.

*Задание:* зарисуйте гистологический срез яичника плода в период овогенеза и обозначьте детали строения.

### Вопросы и задания для самоконтроля

1. Дайте сравнительную характеристику клеток, находящихся на разных стадиях сперматогенеза и овогенеза.

2. Сравните процессы овогенеза и сперматогенеза на основании пройденного материала.

3. На каких фазах сперматогенеза половые клетки наиболее чувствительны к действию ионизирующей радиации? С чем это может быть связано?

4. У многих высших растений основным способом размножения является бесполое вегетативное, а половое выполняет вспомогательную роль. У большинства животных ситуация обратная. Как Вы думаете почему?

5. Сравните бесполое и половое размножение. Выделите преимущества и недостатки обоих типов размножения. Заполните в тетради таблицу 1.

Таблица 1 – Сравнение типов размножения

Сравнение	Бесполое размножение	Половое размножение
Преимущества		
Недостатки		

## ТЕМА 2. МОРФОЛОГИЯ ПОЛОВЫХ КЛЕТОК

**Цель работы:** изучение строения мужских и женских половых клеток.

**Ход работы:**

1. Изучите теоретический материал по морфологии половых клеток (подразделы 2.1, 2.2).

2. Рассмотрите и зарисуйте обобщенные рисунки:

а) строение яйцеклетки;

б) основные типы яйцеклеток;

в) электронно-микроскопическое строение спермия;

г) виды сперматозоидов.

3. Работа с микропрепаратами:

а) препарат «Яйцеклетка вторично олиголецитального типа»;

б) препарат «Электронная микрофотография сперматид в стадии формирования»;

в) препарат «Мазок сперматозоидов человека».

### 2.1. Строение яйцеклетки

Яйцеклетка человека имеет округлую форму и диаметр около 130-140 мкм (рисунок б). Она содержит ядро и цитоплазму, называемую овоплазмой

или ооплазмой, в которой кроме аппарата Гольджи и клеточного центра (в зрелой яйцеклетке овоцентр атрофируется), имеются митохондрии, гранулы желтка, липидов, пигмента, а также вакуоли. На поверхности яйцеклетки имеются многочисленные микроворсинки. Снаружи яйцеклетка окружена яйцевыми оболочками: желточной, или вителлиновой, оболочкой, называемой у млекопитающих блестящей, толщиной около 10 мкм, имеющей многочисленные отверстия, через которые проникают микроворсинки плазмолеммы. ШИК-позитивная блестящая оболочка состоит из 3 фракций гликопротеидов, обозначаемых ZP1, ZP2, ZP3, отличающихся своими физикохимическими свойствами. С фракцией ZP3 связывается рецепторная активность яйцеклетки, позволяющая распознавать и связывать сперматозоид. Вторичной оболочкой яйцеклетки является т.н. «лучистый венец» (*corona radiata*), состоящий из нескольких слоев фолликулярных клеток, располагающихся вокруг яйцеклетки и контактирующих с яйцеклеткой своими тонкими цитоплазматическими отростками, проникающими через отверстия в блестящей оболочке.

- 1 – ядро;
- 2 – цитоплазма с желточными гранулами;
- 3 – кортикальные гранулы;
- 4 – микроворсинки на поверхности плазмолеммы;
- 5 – блестящая оболочка;
- 6 – зернистая оболочка

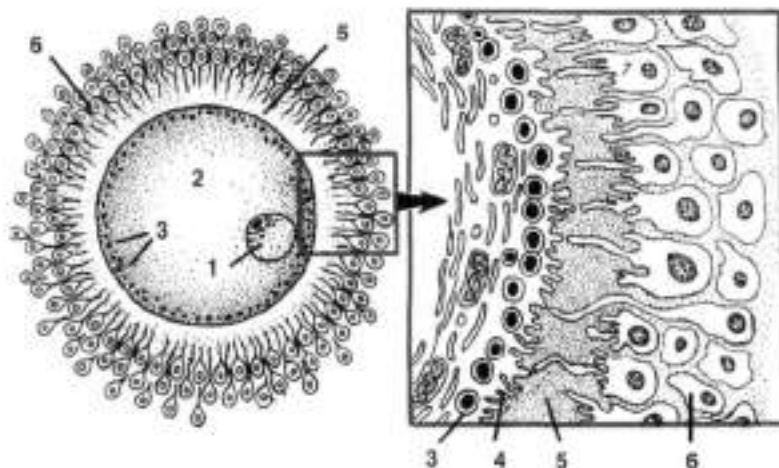


Рисунок 6 – Строение яйцеклетки (А. В. Болотов, 2011).

*Классификация яйцеклеток.* Яйцеклетки могут содержать неодинаковое количество желточного питательного материала, различным образом распределенного в овоплазме. В периоде роста овогенеза в цитоплазме первичного овоцита накапливаются дейтоплазматические вещества в составе желточных гранул и пластинок.

В зависимости от количества и расположения желточных включений организация овоцитов может быть представлена в следующей классификации. Так, в зависимости от количества желтка в овоплазме различается 4 типа яйцеклеток (рисунок 7).

*Алецитальные* – яйцеклетки, вообще не содержащие желтка;

*Олиголецитальные* – содержащие небольшое количество желтка (встречаются, в основном, у беспозвоночных и млекопитающих, в том числе и у человека);

*Мезолецитальные* – содержащие умеренное количество желтка (например, у земноводных);

*Полилецитальные* – богатые желтком яйцеклетки (у рыб, рептилий, птиц).

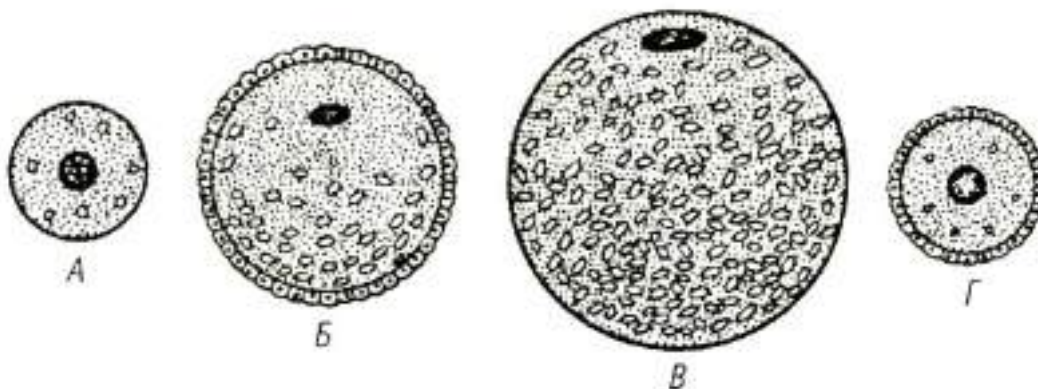
В зависимости от характера распределения желтка в овоплазме различается 2 типа яйцеклеток:

- *изолецитальные* – желток равномерно распределен в овоплазме;
- *анизолецитальные* – неравномерное распределение желтка.

*Анизолецитальные* яйцеклетки, в свою очередь, подразделяются также на два типа:

- *телолецитальные*;
- *центролецитальные*.

В *телолецитальных* яйцеклетках (рептилии и птицы) большое количество желтка концентрируется у одного из полюсов клетки, называемого вегетативным, тогда как другой полюс, где находится ядро, не содержит желточных включений и называется анимальным. В *центролецитальных* яйцеклетках (насекомые) желток концентрируется в центре вокруг ядра клетки и окружен узким ободком овоплазмы.



- A* – олиголецитальная, первично изолецитальная яйцеклетка (ланцетник);
- B* – полилецитальная, умеренно телолецитальная яйцеклетка (амфибии);
- V* – полилецитальная, резко телолецитальная яйцеклетка (птицы);
- Г* – олиголецитальная, вторично изолецитальная яйцеклетка (млекопитающие)

Рисунок 7 – Основные типы яйцеклеток, различающиеся между собой по количеству и характеру распределения гранул желтка (Э. И. Валькович, 2008).

Представленная классификация отражает структурные изменения яйцеклеток животных в филогенезе – от ланцетника до птиц включительно количество желточного материала в яйцеклетках прогрессивно росло. Яйцеклетки млекопитающих, в том числе и человека, занимающего вершину исторического развития, по строению относится к олиголецитальному типу. У них нет необходимости в накоплении питательного материала в овоплазме яйцеклеток, поскольку зародыш развивается в матке и получает питание непосредственно из крови матери. Малое количество желтка в яйцеклетках животных начальных этапов филогенеза объясняется тем, что развитие зародышей происходит в водной среде и занимает короткий промежуток времени. В то же время большое

количество желтка в яйцеклетках рептилий и птиц является необходимым условием развития зародышей, находящихся в замкнутом пространстве, окруженном плотными непроницаемыми яйцевыми оболочками.

## 2.2. Строение спермиев

Эти клетки относят к жгутиковым; их морфологическое строение (в отличие от строения крупных неподвижных яйцеклеток) обусловлено активным передвижением по органам половой системы самки и проникновением в яйцеклетку. Размеры спермия очень малы (например, у быка он в 160 000 раз меньше яйцеклетки коровы) и, как и форма, варьируют у животных разных видов. Образуются спермии в семенниках самцов в огромном количестве. Спермий состоит из трех частей: головки, шейки и хвостика (рисунком 8).

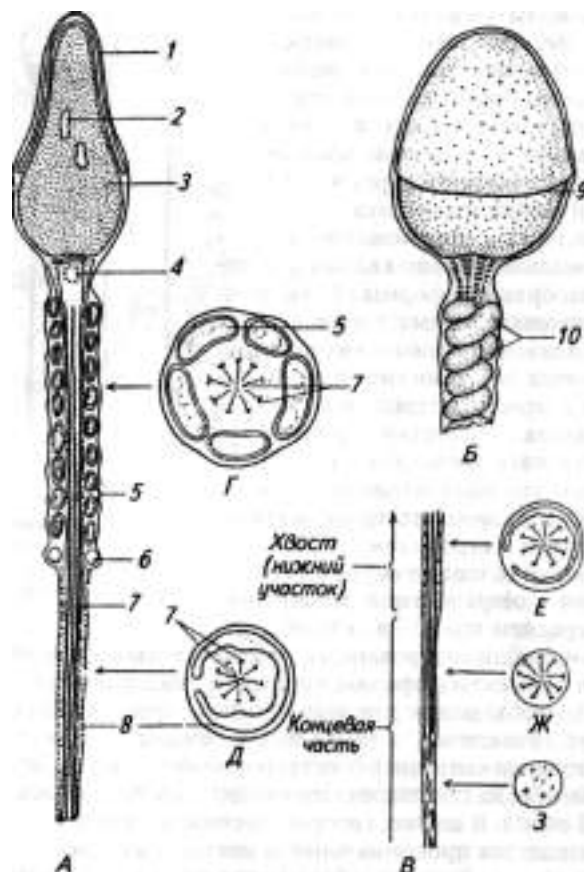
*Головка.* Она может быть круглой, овальной, грушевидной или веретенообразной формы. Пространство головки занимает ядро с сильно конденсированным хроматином. В отличие от гомогаметных яйцеклеток спермиев гетерогенны, то есть в их ядрах присутствуют разные типы половых хромосом (X и Y); от аутосом спермиев отличаются большим содержанием гетерохроматина, размерами и строением.

Сверху головка покрыта неоднородной поверхностной мембраной. На переднем конце находится акросома – специализированный лизосомальный аппарат, в котором содержатся ферменты (акрозин, пенетраза, гиалуронидаза, кислая фосфатаза и др.), необходимые для разрушения и преодоления сложных барьеров вокруг яйцеклетки, а также белок бендин, способствующий связыванию головки спермия с блестящей оболочкой овоцита. С головки спермия мембрана постепенно переходит на шейку и хвостовой отдел.

*Шейка.* В шейке, которая начинается сразу же у основания головки, находятся проксимальная и дистальная центриоли, а также митохондриальная спираль, образующая от 10 до 30 завитков. Проксимальная центриоль при оплодотворении вносится в цитоплазму яйцеклетки; дистальная разделяется на две: переднюю, по существу, служащую базальным тельцем, от которого отходит осевая нить хвостика (жгутик) и заднюю – в форме колечка, расположенную на границе начальной и главной частей хвостика спермия.

*Хвостик.* Хвостовой отдел состоит из начальной (связующей), главной и концевой части. В центре хвостика проходит осевая нить, представляющая собой обычный осевой орган жгутика. По периферии жгутика расположены микротрубочки, построенные из белка тубулина и отделенные друг от друга в центре (формула жгутика  $9_2 + 2$ ). В начальной части сосредоточена основная масса цитоплазмы спермия. Гистохимическими методами выявляются фосфолипиды, гликоген, ферменты – сукцинатдегидрогеназа (СДГ), аденозин трифосфатаза (АТФ-аза) и другие биологически активные вещества. Далее слой цитоплазмы истончается и переходит на основную часть хвостика – жгутик, концевая часть которого окружена только плазмолеммой. Жгутик способствует беспрепятственному активному продвижению спермия по половым путям самки, что обеспечивает его встречу с яйцеклеткой и слияние макро- и микронуклеуса. При оплодотворении спермий привносит в яйцеклетку отцовский генетический

материал и центриоли, необходимые для дробления зиготы. Спермии способны двигаться к яйцеклетке путем хемотаксиса, а также реотаксиса тока жидкости. Все свои минимальные запасы веществ они расходуют по пути к яйцеклетке. Если слияния спермия с яйцеклеткой не происходит, то он погибает в половых путях самки обычно через 24-36 часов.



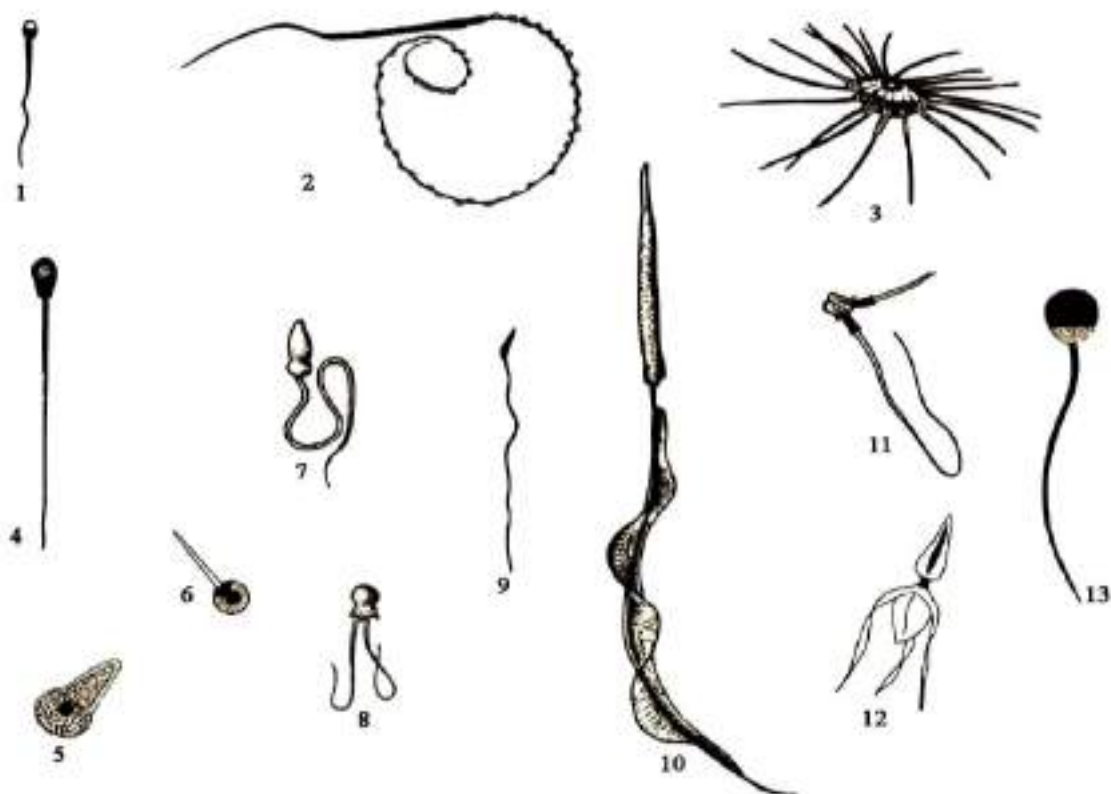
А – продольный разрез; Б – головка и средняя часть спермия; В – конечная часть хвоста; Г, Д – поперечные срезы; 1 – чехлик и акросома; 2 – вакуоль; 3 – ядерный материал; 4 – проксимальная центриоль; 5 – митохондриальная нить; 6 – терминальное кольцо; 7 – осевые филаменты; 8 – оболочка; 9 – край головного чехлика; 10 – митохондриальная спираль (Соколов В. И., 2004).

Рисунок 8 – Электронномикроскопическое строение спермия.

*Эякулят* содержит огромное количество спермиев: например, у жеребца за одну садку их выделяется около 10 миллиардов (рисунок 9). Для осеменения необходимо гораздо меньшее число клеток, поэтому при искусственном осеменении достигается экономия спермиев.

Разбавленную свежую сперму можно доставлять на большие расстояния. Известно, что в половых органах самца (в придатке семенника), у спермиев очень низкий уровень обмена веществ. Они находятся здесь в виде неподвижной массы и, только попадая в концевой отдел придатка семенника, окружаются липопротеидной оболочкой, приобретают одинаковые электрические заряды и начинают отталкиваться, обособляясь, друг от друга. Если поместить сперму в специально приготовленный сбалансированный физиологический раствор и охладить до  $-78-196^{\circ}\text{C}$  с использованием криопротекторов, то можно полно-

стью выключить у спермиев обмен веществ и продлить, таким образом, срок хранения спермы на несколько лет. Метод замораживания широко используют при искусственном осеменении для создания «банков спермы» наиболее ценных и продуктивных пород сельскохозяйственных животных. Надо иметь в виду, что в присутствии двух- и трехвалентных металлов и кислот спермин теряют электрические заряды, склеиваются и становятся неспособными к оплодотворению. Особенно губительно на них влияют хинин, алкоголь, никотин, наркотические вещества.



1 – человек, 2 – тритон, 3 – речной рак, 4 – бык, 5 – лошадиная аскарида, 6 – острица, 7 – морской еж, 8 – рыба Tetraodon, 9 – петух, 10 – жаба, 11 – опоссум, 12 – десятиногий рак, 13 – морская свинка

Рисунок 9 – Сперматозоиды разных видов животных.

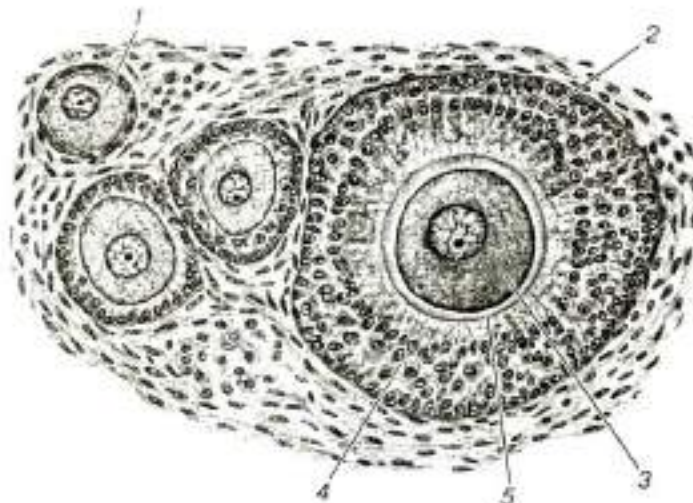
### 2.3. Микропрепараты для изучения и зарисовки

1. *Препарат «Яйцеклетка вторично олиголецитального типа»* (рисунок 10).

*Описание препарата.* На срезе яичника рассмотреть половые клетки (овоциты, или яйцеклетки) – крупные разных размеров клетки с эозинофильной цитоплазмой и светлым округлым ядром. Половые клетки всегда находятся в окружении фолликулярных клеток. В корковой (наружной) части яичника обнаруживаются многочисленные группы мелких примордиальных фолликулов,

овоциты которых находятся в блоке профазы первого мейотического деления; фолликулярные клетки, окружающие овоцит, плоские и располагаются в один слой. Глубже зоны примордиальных фолликулов находятся первичные фолликулы, в которых овоциты имеют более крупные размеры, так как начинается их большой рост. Овоциты окружены эозинофильной мембраной – прозрачной зоной и несколькими слоями фолликулярных клеток, а также формирующейся соединительнотканной оболочкой. Здесь же определяются вторичные фолликулы – они более крупные, содержат в своем составе полость.

Самые крупные – третичные, или преовуляторные, фолликулы (граафовы пузырьки), в которых можно видеть большую полость и скопление фолликулярных клеток – яйценосный бугорок, заключающий в себе овоцит. Оболочка овоцита состоит из прозрачной зоны и лучистого венца. В преовуляторных фолликулах овоцит 1-го порядка освобождается из блока первого деления мейоза, завершает его и инициирует второе деление созревания, в связи, с чем называется овоцитом 2-го порядка. Достигнув метафазы второго деления, овоцит 2-го порядка овулирует.



1 – примордиальный фолликул; 2 – первичный фолликул;  
3 – половая клетка; 4 – фолликулярные клетки;  
5 – прозрачная зона овоцита

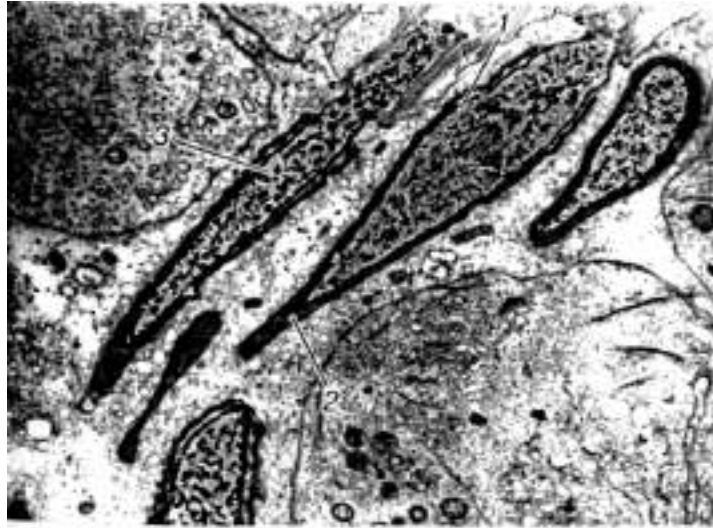
Рисунок 10 – Яйцеклетка вторично олиголецитального типа (Р. К. Данилов, 2003).

*Задание:* зарисовать яйцеклетку вторично олиголецитального типа.

2. Препарат «Электронная микрофотография сперматид в стадии формирования» (рисунок 11).

*Задание:* схематически зарисуйте ультраструктуру мужской половой клетки и обозначьте особенности строения.





1 – головка, 2 – шейка, 3 – ядро

Рисунок 11 – Электронная микрофотография сперматид в стадии формирования (Р. К. Данилов, 2003).

3. Препарат «Мазок сперматозоидов человека» (рисунок 12). В мазке рассмотрите свободно лежащие клетки. Обратите внимание на размеры головки и хвоста сперматозоида.

1 – головка, 2 – шейка,  
3 – хвост, 4 – акросома

Рисунок 12 – Сперматозоиды человека (Р.К. Данилов, 2003).



### Вопросы и задания для самоконтроля

1. В чем заключаются отличия половых и соматических клеток?
2. Опишите структуру зрелого сперматозоида.
3. Яйцеклетка содержит умеренное количество желтка, и распределен он неравномерно. Определите тип яйцеклетки, характер дробления, вид бластулы будущего зародыша.
4. Опишите субмикроскопическое строение женских половых клеток.
5. На электронной микрофотографии (рисунок 11) представлен поперечный срез сперматозоида. Видны осевые нити, окруженные митохондриями. Через какую часть спермия прошел срез?

## ТЕМА 3. ЖЕНСКАЯ ПОЛОВАЯ СИСТЕМА

**Цель работы:** изучение микроскопического и ультрамикроскопического строения и гистофизиологии яичников, матки, маточных труб и влагалища.

**Ход работы:**

1. Изучите теоретический материал по строению женской половой системы (подраздел 3.1).
2. Рассмотрите и зарисуйте обобщенные рисунки:
  - а) микроскопическое строение яичника;
  - б) структурные компоненты яичника;
  - в) внутренние женские половые органы, оплодотворение и развитие зародыша;
  - г) маточную трубу (строение стенки и эпителий слизистой оболочки).
3. Работа с микропрепаратами:
  - а) препарат «Яичник млекопитающего»;
  - б) препарат «Матка животного (кошки) в период покоя »;
  - в) препарат «Маточная труба».

### 3.1. Органы женской половой системы

Органы женской половой системы подразделяются на:

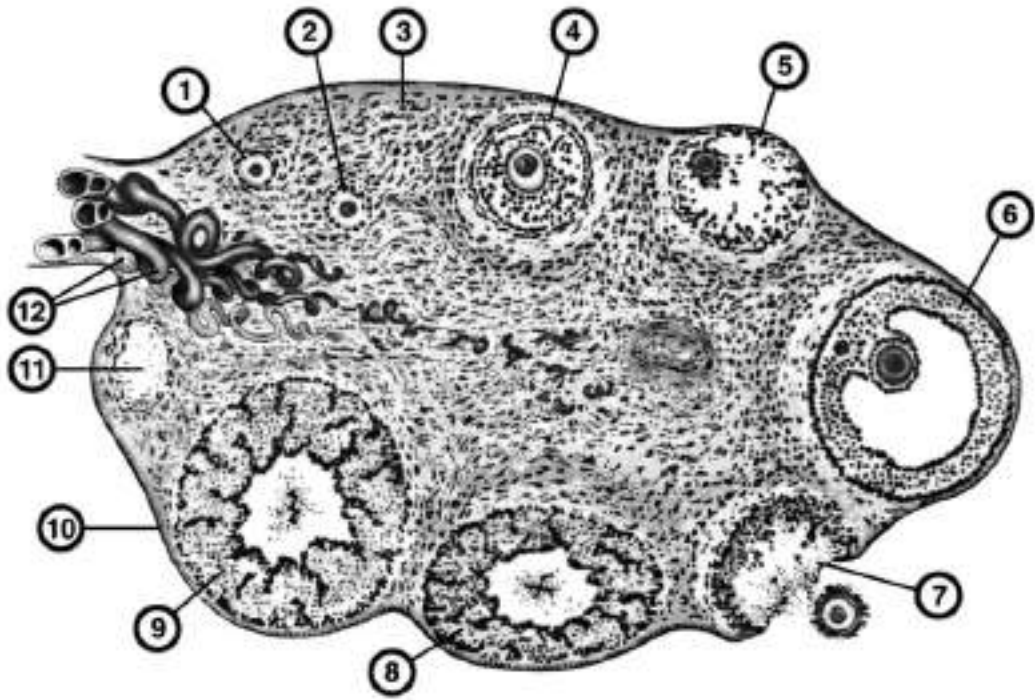
- 1) внутренние (расположенные в тазу) – яичники, маточные трубы, матка, влагалище;
- 2) наружные – лобок, малые и большие половые губы и клитор.

Достигают полного развития с наступлением полового созревания, когда устанавливается их циклическая деятельность (овариально-менструальный цикл), контролируемая гормональными и нейральными механизмами.

*Яичник.* Яичник выполняет две функции – генеративную (образование зрелых женских половых клеток – овогенез) и эндокринную (синтез женских половых гормонов) (рисунок 13). В репродуктивном периоде его строение претерпевает постоянные циклические изменения.

Снаружи яичник одет покровным эпителием и состоит из коркового и мозгового вещества.

Покровный эпителий – видоизмененный мезотелий; образован одним слоем кубических клеток с многочисленными микроворсинками на выпуклых апикальных поверхностях. Регулярно разрывается при овуляции, вслед за чем быстро пролиферирует и мигрирует, замещая дефект. Часто служит источником развития опухолей (60 % всех новообразований яичника), возможно, вследствие высокой активности регенерации.



1 – примордиальные фолликулы; 2 – преантральный фолликул;  
 3 – строма яичника; 4 – антральный фолликул; 5 – атретический фолликул;  
 6 – зрелый фолликул (Граафов пузырек); 7 – овуляция; 8 – формирующееся желтое  
 тело; 9 – зрелое желтое тело; 10 – яичковый эпителий; 11 – беловатое тело;  
 12 – кровеносные в воротах яичника

Рисунок 13 – Микроскопическое строение яичника (А.В. Болотов, 2000).

Корковое вещество – широкое, нерезко отделено от мозгового. Основную его массу составляют фолликулы, образованные половой клеткой (овоцитом), окруженной эпителиальными фолликулярными щетками.

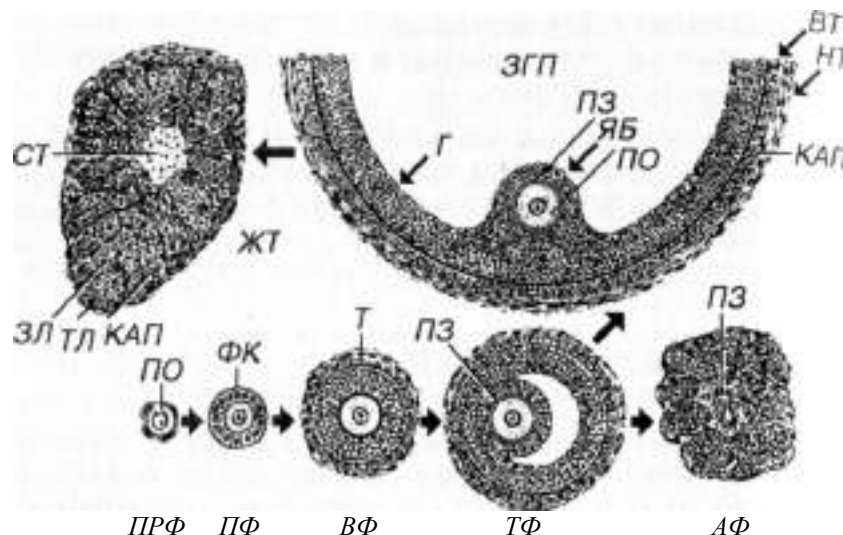
Строма органа представлена плотной соединительнотканной белочной оболочкой, лежащей под покровным эпителием, и своеобразной соединительной тканью, в которой в виде завихрений плотно располагаются веретеновидные фибробласты и фиброциты.

Фолликулы яичника погружены в строму и состоят из первичного овоцита, окруженного фолликулярными клетками (рисунок 14). В них создается микроокружение, необходимое для поддержания жизнеспособности и роста овоцита. Снабжение овоцита питательными веществами опосредуется фолликулярными клетками и осуществляется из богатой перифолликулярной сети капилляров. Фолликулы обладают и эндокринной функцией. Размеры и строение фолликула зависят от стадии его развития. Различают:

- примордиальные;
- первичные;
- вторичные;
- третичные фолликулы.

Примордиальные фолликулы численно преобладают во всех возрастных группах, исчезая лишь в постменопаузальном периоде. Располагаются в виде

скоплений под белочной оболочкой и состоят из мелкого (25-30 мкм) первичного овоцита, окруженного одним слоем уплощенных фолликулярных клеток. Ядро овоцита – округлое, объемное, с крупным ядрышком и мелкодисперсным хроматином; органеллы развиты слабо. Поверхности овоцита и фолликулярных клеток гладкие, тесно прилежат друг к другу. Дальнейший рост примордиальных фолликулов сопровождается изменениями овоцита, фолликулярных клеток и окружающей их стромы.



ПРФ, ПФ, ВФ, ТФ – примордиальный, первичный, вторичный и третичный фолликулы:  
 ПО – первичный овоцит, ФК – фолликулярные клетки, ПЗ – прозрачная зона,  
 Т – тека, ЯБ – яйценосный бугорок, Г – гранулеза, ВТ – внутренняя тека,  
 НТ – наружная тека, ЗГП – зрелый граафов пузырек, АФ – атретический фолликул,  
 ЖТ – желтое тело: ТЛ – тека-лютеоциты, ЗЛ – зернистые лютеоциты,  
 СТ – соединительная ткань, КАП – капилляры

Рисунок 14 – Структурные компоненты яичника (В.Л. Быков, 2000).

Первичные фолликулы состоят из первичного овоцита, окруженного одним слоем кубических или призматических фолликулярных клеток. Обнаруживаются и до полового созревания. Объем овоцита увеличивается преимущественно за счет ооплазмы, в которой нарастает содержание органелл. В фолликулярных клетках также увеличиваются объем комплекса Гольджи, число рибосом, цистерн гранулярной ЭПС, митохондрий, липидных капель. В первичных фолликулах впервые становится заметной прозрачная зона (оболочка).

Прозрачная зона (оболочка) имеет вид бесструктурного оксифильного слоя между овоцитом и фолликулярными клетками. Она состоит из гликопротеинов и вырабатывается овоцитом, вследствие активации особого гена на определенной стадии его роста. Фолликулярные клетки непосредственно не участвуют в синтезе веществ прозрачной зоны, но, влияя на овоцит, активируют его. По мере увеличения объема овоцита в растущем фолликуле увеличиваются как площадь, так и толщина прозрачной зоны. Она выполняет ряд важных функций:

1) способствует увеличению площади поверхности взаимного обмена веществ между фолликулярными клетками и овоцитом, которые обращены в нее своими микроворсинками;

2) образует между ними барьер (весьма проницаемый и неполный, так как выросты фолликулярных клеток и овоцита формируют щелевые соединения);

3) обеспечивает видоспецифичность оплодотворения;

4) препятствует полиспермии;

5) защищает развивающийся эмбрион при его перемещении по половым путям до имплантации.

Вторичные фолликулы содержат первичный овоцит, окруженный многослойной оболочкой из митотически делящихся фолликулярных клеток, которые часто называют гранулезными. Деление фолликулярных клеток происходит под влиянием ФСГ, поэтому вторичные фолликулы обнаруживаются лишь с наступлением полового созревания.

В цитоплазме овоцита накапливается значительное количество органелл и включений, в ее периферической зоне образуются т.н. кортикальные гранулы, которые в дальнейшем участвуют в образовании оболочки оплодотворения. В фолликулярных клетках также нарастает содержание органелл, образующих их секреторный аппарат. Прозрачная зона утолщается; в нее проникают микроворсинки овоцита, контактирующие с отростками фолликулярных клеток. Утолщается базальная (стекловидная) мембрана между этими клетками и окружающей стромой; последняя образует соединительнотканную оболочку (теку) фолликула.

Тека дифференцируется на два слоя – внутренний и наружный. Последний образован соединительнотканными элементами и без резких границ переходит в окружающую строму. Во внутреннем формируется обширная капиллярная сеть, а его клетки под влиянием ЛГ видоизменяются, приобретая характеристики секреторных стероидпродуцирующих.

Третичные (пузырчатые, полостные) фолликулы формируются из вторичных вследствие секреции фолликулярными клетками прозрачной вязкой фолликулярной жидкости, которая сначала накапливается в расширенных межклеточных промежутках, а в дальнейшем образует мелкие полости внутри фолликулярной оболочки, сливающиеся в единую полость фолликула. Фолликулярные клетки вырабатывают женские половые гормоны эстрогены (у человека преимущественно 17  $\beta$ -эстрадиол), которые всасываются в кровь.

Поэтому нарушается нарастание уровней эстрогенов. В крупных фолликулах эти клетки вырабатывают также полипептидный гормон ингибин, угнетающий секрецию ФСГ, и простагландины.

Рост овоцита прекращается, когда его диаметр достигает 125-150 мкм, но фолликул продолжает увеличиваться в объеме. В третичном фолликуле овоцит лежит эксцентрично в составе яйценосного бугорка, который выступает в просвет. По периферии овоцита радиально располагаются фолликулярные клетки, связанные с прозрачной зоной своими удлинёнными отростками и образующие лучистый венец. Остальные фолликулярные клетки носят название гранулезы.

Тека отчетливо разграничена на два слоя. Клетки внутреннего слоя – полигональные, с овальным ядром, мелкими митохондриями, умеренно развитой грЭПС, многочисленными элементами аЭПС и липидными каплями. Их секреторная активность регулируется ЛГ: они образуют небольшое количество эстрогенов и тестостерон, который фолликулярными клетками посредством ФСГ-зависимой ароматазы преобразуется в эстрогены. Клетки наружного слоя – вытянутые, приобретают признаки миофибробластов. Сократительная способность этих клеток обеспечивает спадение фолликула после овуляции и, по видимому, не играет существенной роли при самой овуляции.

Зрелые третичные (предовуляторные, графовы) фолликулы – крупные (18-22 мм), возвышаются над поверхностью яичника. Большую часть их объема занимает полость, содержащая жидкость, в которой концентрация эстрадиола в 1000 раз превышает его уровень в крови. За 12-15 ч до овуляции размеры фолликула существенно возрастают, секретировается менее вязкая фолликулярная жидкость, ослабевает связь овоцита и клеток венца с яйценосным бугорком вследствие появления мелких полостей у его основания.

В течение жизни женщины этой стадии достигают лишь около 400-500 фолликулов. Цикл развития такого фолликула занимает 10-14 дней.

Овуляция – разрыв зрелого третичного фолликула с выбросом из него овоцита, окруженного лучистым венцом, – как правило, происходит на 14-й день 28-дневного цикла.

Перед овуляцией овоцит вместе с клетками лучистого венца отделяется от яйценосного бугорка и свободно плавает в полости фолликула. В той области яичника, где фолликул выступает над его поверхностью, тека, белочная оболочка и покровный эпителий резко истончаются и разрыхляются (под действием ферментов, выделяемых клетками фолликула и мигрирующими сюда лейкоцитами) на ограниченном участке, называемом стигмой.

За 30 мин до овуляции кровообращение в области стигмы прерывается, что приводит к местному некрозу тканей. За 5 мин стигма выступает над поверхностью яичника в виде светлого выпячивания. После ее разрыва овоцит, связанный с лучистым венцом и окруженный облачком вязкой фолликулярной жидкости, выделяется за пределы яичника, что обычно сопровождается слабым кровотечением из области разрыва.

Как правило, овуляция происходит в одном фолликуле; при овуляции в двух или большем числе фолликулов возникает возможность развития многоплодной беременности разнояйцевыми близнецами. Множественную овуляцию (суперовуляцию) можно вызвать искусственно путем стимуляции яичника гонадотропинами; эту процедуру производят, например, для получения нескольких овоцитов с целью их оплодотворения *in vitro* (экстракорпорального) и последующей имплантации эмбрионов (IVF-ET). Введение эстрогенов и прогестерона в небольших дозах подавляет секрецию ФСГ и ЛГ и тормозит рост фолликулов и овуляцию. На этом свойстве основано действие широко распространенных гормональных противозачаточных средств антиовуляторного типа.

Предовуляторный выброс ЛГ вызывает не только овуляцию, но и вступление овоцита в фазу созревания с возобновлением мейоза (заблокированного в

профазе 1-го деления еще во внутриутробном периоде) вследствие нарушения секреции фолликулярными клетками ингибирующего мейоз фактора.

В результате первого деления созревания образуется вторичный овоцит и первое полярное тельце, которое располагается между овоцитом и прозрачной зоной. Вторичный овоцит далее вступает во второе деление созревания, которое блокируется в метафазе и выделяется из фолликула в ходе овуляции.

Желтое тело образуется вследствие дифференцировки клеток гранулезы и теки овулировавшего фолликула, стенки которого спадаются, образуя складки, а в просвете формируется сгусток крови (излившейся из капилляров внутренней теки), замещающийся в дальнейшем соединительной тканью.

Развитие желтого тела включает четыре стадии:

- 1) пролиферации и васкуляризации;
- 2) железистого метаморфоза;
- 3) расцвета;
- 4) обратного развития.

1. Стадия пролиферации и васкуляризации характеризуется активным размножением клеток гранулезы и теки. В гранулезу из внутреннего слоя теки вырастают капилляры, а разделяющая их базальная мембрана разрушается.

2. Стадия железистого метаморфоза: клетки гранулезы и теки превращаются в крупные полигональные светлоокрашенные клетки - лютеоциты с мощно развитой аЭПС, большим числом митохондрий с тубулярными кристами и липидных капель. Лютеоциты подразделяют на два типа:

а) зернистые лютеоциты – развиваются из гранулезных клеток, имеют большие размеры, составляют основную массу желтого тела и располагаются в его центре;

б) тека-лютеоциты – происходят из внутренней теки, сравнительно мелкие и темные, лежат по периферии желтого тела.

3. Стадия расцвета характеризуется активной функцией лютеоцитов, вырабатывающих прогестерон – женский половой гормон, подготавливающий матку к восприятию эмбриона и способствующий протеканию беременности. Они продуцируют также эстрогены и в небольшом количестве андрогены и окситоцин, а при беременности – полипептидный гормон релаксин, который подготавливает родовые пути к родам.

4. Стадия обратного развития включает последовательность дегенеративных изменений лютеоцитов с их разрушением и замещением плотным соединительнотканым рубцом – беловатым (бельм) спелом, которое, уменьшаясь в размерах, очень медленно (месяцами) погружается в строму яичника.

Длительность цикла развития желтого тела в отсутствие беременности (менструального желтого тела) составляет около 14 дней. При беременности под влиянием хорионического гонадотропина, вырабатываемого плацентой, желтое тело разрастается, достигая диаметра 2-3 см (желтое тело беременности), функционирует в течение 6 мес., регрессируя к родам; в нем наиболее отчетливо определяются два типа лютеоцитов. Регуляция функции желтого тела осуществляется ЛГ, рецепторы которого имеются на лютеоцитах (а впервые появляются еще на гранулезных клетках предовуляторных фолликулов). Выра-

батываемый желтым телом прогестерон угнетает секрецию ФСГ гипофизом, вследствие чего тормозится начало следующего цикла роста фолликулов, который тематически возобновляется с угасанием желтого тела.

Овариальный цикл включает последовательность изменений в яичнике (рост фолликула – овуляция – образование и активная функция желтого тела – его регрессия – рост нового фолликула). Он непрерывно повторяется в течение всего репродуктивного периода, в среднем, каждые 28 дней и включает две фазы: фолликулярную и лютеиновую (желтого тела), естественной границей между которыми служит овуляция (14-й день).

Регуляция овариального цикла осуществляется гормонами гипофиза (в первую очередь – ФСГ и ЛГ); ритмические колебания секреции гормонов яичника, в свою очередь, вызывают соответствующие структурно-функциональные изменения в гормонально-зависимых органах. У человека они наиболее ярко проявляются в эндометрии в виде менструального цикла.

Атрезия фолликулов – процесс, включающий остановку роста и разрушение фолликулов (на любой стадии их развития), часто со сложными преобразованиями их компонентов и формированием атретических тел (фолликулов). Начинается еще во внутриутробном периоде и затрагивает более 99 % фолликулов, имеющих при рождении.

Мелкие (примордиальные, первичные) фолликулы, подвергаясь атрезии, полностью разрушаются и бесследно замещаются соединительной тканью. При атрезии крупных (вторичных и третичных) фолликулов гибнут гранулезные клетки и овоцит, а клетки внутренней теки, напротив, разрастаются, образуя эпителиоидные тяжи, и преобразуются, становясь очень похожими на текалютеоциты и активно синтезируя стероидные гормоны (преимущественно эстрогены). В центре атретического фолликула длительно сохраняется прозрачная зона; базальная (стекловидная) мембрана между текой и фолликулярными клетками утолщается. Конечным этапом развития атретического тела служит его разрушение и образование на его месте беловатого тела.

Атретические тела могут распадаться на отдельные тяжи клеток окруженные стромой (интерстициальные клетки). Их число возрастает в периоды усиленной атрезии (перед рождением, в течение первого года жизни и перед половым созреванием); они регрессируют после полового созревания и немногочисленны в течение репродуктивного периода. Предположительно, служат источником эстрогенов перед половым созреванием.

Гилусные клетки располагаются в мозговом веществе яичника в области его ворот в виде скоплений вокруг капилляров и нервных волокон. Сходны с клетками Лейдига яичка, содержат липидные капли, хорошо развитую аЭПС, иногда – мелкие кристаллы (типа кристаллов Рейнке); вырабатывают андрогены. Численно увеличиваются при беременности и в менопаузе; их гиперплазия или опухолевое разрастание вызывают маскулинизацию.

Возрастные изменения яичника характеризуются угнетением роста овоцитов и образования желтых тел после наступления менопаузы. В последние 10 лет перед ней плодовитость резко падает в результате первичных изменений в самом яичнике, а не в гипоталамо-гипофизарной системе. В строме нарастает

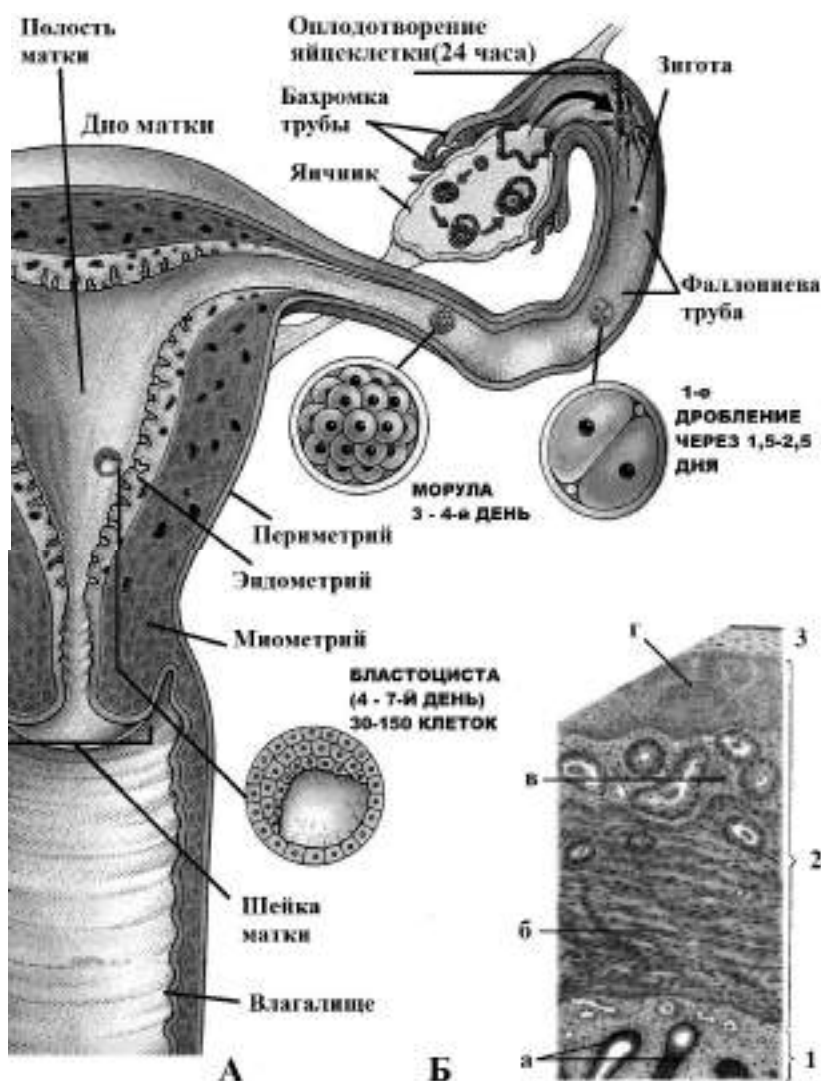


содержание гилусных клеток, секретирующих андрогены. С годами фолликулы полностью исчезают на фоне разрастания соединительной ткани (склероза).

*Матка. Менструальный цикл.* Матка представляет собой полый орган с толстой мышечной стенкой, в котором происходит развитие плода. В ее расширенную верхнюю часть (тело) открываются маточные трубы, суженная нижняя (шейка матки) - выступает во влагалище, сообщаясь с ним шеечным каналом.

Стенка (тела) матки состоит из трех оболочек (рисунок 15):

- 1) слизистой (эндометрия);
- 2) мышечной (миометрия);
- 3) серозной (периметрия).



1 – слизистая оболочка (эндометрий); а – маточные железы (крипты); 2 – мышечная оболочка (миометрий); б – подслизистый слой мышечной оболочки; в – сосудистый слой мышечной оболочки; г – надсосудистый слой мышечной оболочки; 3 – серозная оболочка (периметрий)

Рисунок 15 – Внутренние женские половые органы, оплодотворение и развитие зародыша (А), слои матки (Б). (А В. Болотов, 2011).

Эндометрий в течение репродуктивного периода претерпевает циклическую перестройку (менструальный цикл) в ответ на ритмические изменения секреции гормонов яичником (овариальный цикл); его толщина при этом изменяется от 1 до 7 мм. Каждый цикл завершается разрушением и удалением части эндометрия, сопровождающимися выделением крови (менструальным кровотечением).

Состоит из покровного эпителия, на поверхность которого открываются маточные железы, погруженные в собственную пластинку (строму).

В эндометрии выделяют два слоя, которые различаются по строению и функции: базальный и функциональный.

Базальный слой прикрепляется к миометрию и в отдельных участках может проникать в него. Содержит дистальные участки (донышки) маточных желез, окруженные стромой с плотным расположением клеточных элементов. Мало чувствителен к гормонам. Служит источником восстановления функционального слоя в менструальном цикле, а также при нарушении его целостности после аборта, родов. Получает питание из прямых артерий, отходящих от радиальных, которые проникают в эндометрий из миометрия. Содержит проксимальные отделы спиральных артерий, служащих продолжением радиальных в функциональный слой.

Функциональный слой (при его полном развитии) много толще базального; содержит поверхностный (компактный) слой с плотно лежащими клетками стромы и глубокий (губчатый) с многочисленными железами и сосудами. Высоко чувствителен к гормонам, под влиянием которых изменяются его строение и функция; в конце каждого цикла разрушается, вновь восстанавливаясь в следующем. Снабжается кровью за счет спиральных артерий, которые разделяются на ряд артериол, связанных с капиллярными сетями.

Менструальный цикл проявляется закономерными изменениями эндометрия, которые протекают непрерывно, повторяясь каждые 21-35 (в среднем, 28) дней (рисунок 16). Условно разделяется на три фазы:

- 1) менструальную (кровотечения);
- 2) пролиферации;
- 3) секреции.

За исходную точку временного отсчета принимают начало менструального кровотечения, которое соответствует первому дню цикла.

Менструальная фаза, приходящаяся на 1-4 дни (все сроки приводятся для усредненного 28-дневного цикла), в первые два дня (период десквамации) характеризуется удалением разрушенного функционального слоя (образовавшегося в предыдущем цикле) вместе с небольшим (50-150 мл) количеством крови. Поверхность эндометрия, не покрытая эпителием («физиологическая рана»), в последующие два дня (период регенерации) подвергается эпителизации вследствие миграции эпителия из донышек желез на поверхность стромы в виде пластов уплощенных клеток. Этот процесс начинается еще до окончания менструального кровотечения и завершается к 4 дню, протекая, очевидно, независимо от гормонов (при очень низких уровнях эстрогенов).

Фаза пролиферации (постменструальная) соответствует 5-14 дням цикла. Характеризуется усиленным ростом эндометрия (под влиянием эстрогенов, выделяемых растущим фолликулом) с образованием структурно оформленных, но функционально неактивных желез. Происходит формирование и рост спиральных артерий, мало извитых в этой фазе. Покровный эпителий из низкого призматического преобразуется в высокопризматический, железы, сначала имеющие вид прямых узких трубочек, к концу фазы приобретают штопорообразный ход, их просвет несколько расширяется. Клетки желез увеличиваются, часто делятся. В строме также нарастает количество митозов; ее клетки становятся крупнее.

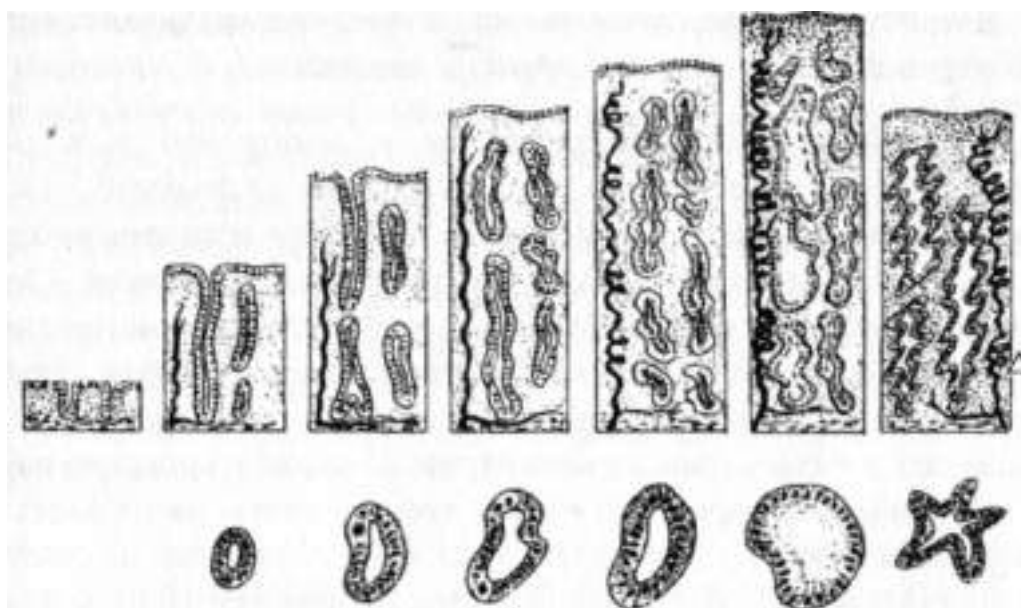


Рисунок 16 – Изменения эндометрия в менструальном цикле (В. Л. Быков, 2000).

Фаза секреции (предменструальная) соответствует 15-28 дням цикла и характеризуется активной деятельностью маточных желез и изменениями стромальных элементов и сосудов (под влиянием прогестерона, выделяемого желтым телом). В середине фазы функциональный слой отчетливо разделяется на компактный и губчатый слои, а в ее конце он подвергается некрозу вследствие спазма сосудов.

Секреции предшествует образование в клетках желез крупных секреторных вакуолей, перемещающихся из базальной части в апикальную. Выделение секрета начинается с 19 дня и усиливается к 20-22. Железы имеют извитой вид, их просвет часто мешковидно растянут и заполнен секретом, содержащим гликоген и гликозаминогликаны. Строма отекает, вокруг сосудов формируются островки крупных полигональных прецидуальных клеток, содержащих гликоген. Вследствие интенсивного роста спиральные артерии становятся резко извитыми, закручиваясь в виде клубков. Состояние эндометрия на 20-22 дни (6-8 дни после овуляции) оптимально для имплантации эмбриона.

Секреция завершается на 23-24 дни. В последующие дни ухудшается трофика эндометрия, в котором отмечается развитие дегенеративных измене-

ний в результате снижающихся уровней прогестерона. Отек стромы уменьшается, железы становятся складчатыми, пилообразными, многие их клетки гибнут. Спиральные артерии спазмируются, прекращая кровоснабжение функционального слоя и вызывая его гибель. Некротизированный и пропитанный кровью эндометрий отторгается, чему способствуют периодические сокращения матки. Кровоизлияния в эндометрий и признаки его дегенерации гистологически обнаруживаются за сутки до клинической менструации («анатомическая менструация»).

Массы некротизированного и отторгающегося функционального слоя могут содержать мелкие жизнеспособные фрагменты эндометрия, которые в ряде случаев лимфогенно или гематогенно попадают в различные органы (чаще всего в органы малого таза), где имплантируются, разрастаются и подвергаются гормонально-зависимым циклическим изменениям с кровоизлияниями и последующим развитием соединительнотканых рубцов. Заболевание, обусловленное эктопическим расположением эндометрия, называется эндометриозом и часто служит причиной бесплодия.

Гистологическое исследование эндометрия позволяет детально оценить действие половых гормонов на его ткани и широко используется в клинической диагностике для выявления причин различных расстройств репродуктивной функции.

Возрастные изменения эндометрия: в климактерическом периоде признаки наступающей атрофии сочетаются с умеренно выраженной железистой гиперплазией, обусловленной длительным действием низких уровней эстрогенов (переходный эндометрий). После менопаузы наступает атрофия эндометрия, функциональный слой становится неотличимым от базального. Железы имеют вид узких прямых трубочек (простая атрофия) или кистозно расширенных полостей (кистозная атрофия).

Миометрий – самая толстая оболочка стенки матки – включает три нерезко разграниченных мышечных слоя:

1) подсосудистый (подслизистый) – внутренний, с косым расположением пучков гладкомышечных клеток;

2) сосудистый – средний, наиболее широкий, содержащий крупные сосуды (пережимаются вследствие мощного сокращения миометрия в родах после отделения плаценты, способствуя прекращению кровотечения). Пучки гладкомышечных клеток лежат циркулярно или спирально;

3) надсосудистый (подсерозный) – наружный, с косым или продольным расположением пучков гладкомышечных клеток.

Гормональная зависимость миометрия проявляется необходимою присутствия эстрогенов для поддержания его нормальной структуры и функции. Дефицит эстрогенов приводит к атрофии миометрия; при беременности вследствие гормональной стимуляции его гладкомышечные клетки резко гипертрофируются: их длина нарастает с 40-80 до 500-800 мкм при соответствующем увеличении толщины. Одновременно увеличивается и их число, преимущественно в результате образования из малодифференцированных предшественников. После родов мышечные клетки быстро уменьшаются в размерах; часть

их разрушается. При нарушении гормонально-зависимых процессов регенерации гладкомышечная ткань миометрия может разрастаться с образованием узлов (миом).

Спонтанная сократительная активность миометрия, свойственная ему в отсутствие нервной или гормональной стимуляции, координируется множественными щелевыми контактами между гладкомышечными клетками. Во время беременности она резко угнетается под влиянием прогестерона (возможно, отчасти, релаксина), секретиром желтым телом и плацентой. В родах активные сокращения миометрия обусловлены действием окситоцина; они усиливаются также простагландинами, продуцируемыми плодными оболочками. Эффективной родовой деятельности способствует увеличение перед родами числа и размеров щелевых контактов между гладкими миоцитами.

Строма миометрия образована прослойками соединительной ткани между пучками гладких миоцитов; эластические волокна в небольшом количестве имеются в периферических отделах миометрия тела матки.

Репаративная регенерация миометрия (например, после кесарева сечения) не обеспечивает полноценного структурного и функционального восстановления оболочки, так как завершается формированием соединительнотканного рубца в области повреждения, по которому при сильной сократительной деятельности матки (в следующих родах) может произойти ее разрыв.

Периметрий имеет типичное строение серозной оболочки (мезотелий с подлежащей соединительной тканью); он покрывает матку не полностью – в тех участках, где он отсутствует, имеется адвентициальная оболочка. В периметрии находятся симпатические узлы и сплетения.

Шейка матки имеет строение толстостенной трубки; она пронизана шейечным каналом, который начинается в полости матки внутренним зевом и заканчивается во влагалищной части шейки наружным зевом. Ее стенка образована теми же оболочками, что и тело матки.

Миометрий шейки состоит преимущественно из циркулярных пучков гладкомышечных клеток; содержание соединительной ткани в нем значительно выше (особенно во влагалищной части), чем в миометрии тела, сеть эластических волокон развита сильнее.

Слизистая оболочка шейки матки образована эпителием и собственной пластинкой.

Канал шейки матки характеризуется многочисленными продольными и поперечными ветвящимися пальмовидными складками слизистой оболочки. Он выстлан однослойным призматическим эпителием, который вдается в собственную пластинку, образуя около 100 разветвленных шейечных желез. Их устья нередко облитерируются, в результате чего железы переполняются слизью, превращаясь в так называемые наботовы кисты, которые достигают размеров 5-6 мм.

Эпителий канала и желез шейки матки включает два типа клеток: численно преобладающие железистые и реснитчатые. Железистые клетки вырабатывают слизь, которая накапливается в апикальной части цитоплазмы и выделяет-

ся путем экзоцитоза. Немногочисленные реснитчатые клетки осуществляют перемещение и распределение слизи. Шеечный канал в норме заполнен слизью.

Эпителий влагалищной части шейки матки – как и во всем влагалище – многослойный плоский неороговевающий. В нем содержатся лимфоциты и клетки Лангерганса. Его строение зависит от возраста и гормонального состояния женщины. В репродуктивный период в нем отмечается высокое содержание гликогена и выявляются три слоя: базальный, промежуточный и поверхностный. Эпителий этого отдела шейки менее чувствителен к гормонам, чем сходный эпителий влагалища. В период менопаузы он атрофируется, а гликоген исчезает.

Граница двух эпителиев – резкая, проходит преимущественно выше наружного зева, однако ее расположение непостоянно и зависит от эндокринных влияний. У многих женщин, в особенности, рожавших, однослойный призматический эпителий шеечного канала нередко в отдельных участках спускается во влагалищную часть. Такие участки (псевдоэрозии) имеют вид ярко окрашенных «язычков», (так как сквозь однослойный эпителий лучше просвечивают подлежащие сосуды), легко травмируются и кровоточат. В менопаузе многослойный эпителий смещается в шеечный канал.

Область границы эпителиев двух типов представляет существенный клинический интерес, так как на нее приходится развитие более 90 % случаев рака шейки матки (происходит из многослойного эпителия). Диагностика этого заболевания производится путем изучения цитологических мазков эпителия влагалищной части шейки (для выявления атипичных клеток).

Изменения слизистой оболочки шейки матки в течение менструального цикла отличаются от таковых в ее теле. Они проявляются циклическими изменениями секреторной активности: в середине цикла скорость секреции увеличивается примерно в 10 раз, по-видимому, в результате эстрогенной стимуляции. Одновременно происходит изменение вязкости слизи – из густой, преобладающей в течение большей части цикла, она становится жидкой, имеет щелочную реакцию и благоприятствует проникновению спермиев.

В слизи гликопротеиновые мицеллы перед овуляцией расположены параллельно оси шеечного канала, создавая систему ходов, по которым могут перемещаться спермин. Во второй половине цикла под действием прогестерона они образуют плотную сеть, препятствующую движению спермиев. На изменении свойств секреторируемой слизи под влиянием низких доз прогестерона основано действие одной из высокоэффективных групп гормональных контрацептивных препаратов (так называемых минипилей).

Иммунная функция шейки матки обеспечивает поддержание местного иммунитета в женской половой системе. Шейка матки служит в ней главным источником иммуноглобулинов, в частности, секреторного IgA (вырабатывается плазматическими клетками собственной пластинки и переносится в слизь клетками шеечных желез, образующими секреторный компонент). Благодаря высоким концентрациям иммуноглобулинов в слизи, заполняющей шеечный канал, многочисленные микробы из влагалища не проникают в полость матки, которая остается стерильной. Появление в слизи антител к спермиям (отсут-

ствуют в норме) может явиться причиной бесплодия, так как спермин фиксируются на ее мицеллах, теряя способность к дальнейшему движению.

*Маточная труба.* Маточная труба представляет собой трубчатый орган, который выполняет ряд функций:

- 1) захватывает овоцит, выделяющийся из яичника при овуляции;
- 2) осуществляет его перенос в направлении матки;
- 3) создает условия для транспорта спермиев в направлении от матки;
- 4) обеспечивает среду, необходимую для оплодотворения и начального развития эмбриона;
- 5) осуществляет транспорт эмбриона в матку.

Анатомически подразделяется на четыре отдела – воронку с бахромкой, открывающуюся в области яичника, расширенную часть – ампулу (образует 2/3 длины органа), узкую часть – перешеек и короткий интрамуральный (интерстициальный) сегмент, расположенный в стенке матки.

Стенка маточной трубы состоит из трех оболочек:

- слизистой;
- мышечной;
- серозной.

Слизистая оболочка образует многочисленные ветвящиеся складки, сильно развитые в воронке и ампуле, где они почти целиком заполняют просвет органа. В перешейке эти складки укорачиваются, а в интерстициальном сегменте превращаются в короткие гребешки.

Эпителий слизистой оболочки – однослойный призматический, образован клетками двух типов – реснитчатыми и секреторными. Его высота и относительное содержание в нем реснитчатых клеток снижаются от ампулы к матке. В эпителии постоянно присутствуют лимфоциты (их нередко принимают за базальные клетки).

Реснитчатые клетки – со светлой цитоплазмой и слабо развитыми органеллами. На их апикальной поверхности – реснички, которые мерцают в направлении матки с частотой около 22 биений/сек.

Секреторные клетки – с развитыми органеллами, ядром с инвагинациями и крупным ядрышком, вырабатывают вещества, необходимые. Для питания яйцеклетки (у некоторых видов они образуют ее оболочки) и капацитации спермиев. Секреторные гранулы, покрытые мембраной, накапливаются в выпуклой апикальной части, покрытой микроворсинками.

Гормональная зависимость строения и функции эпителия маточной трубы проявляется в его атрофии и снижении числа реснитчатых клеток после овариэктомии или в постменопаузальном периоде. Введение эстрогенов быстро увеличивает число реснитчатых клеток. Высота последних и их относительное содержание нарастают в течение фолликулярной фазы цикла и снижаются в лютеиновую (по некоторым данным, частота биения ресничек также резко увеличивается в периовуляторный период). Активность секреторных клеток усиливается в лютеиновой фазе.

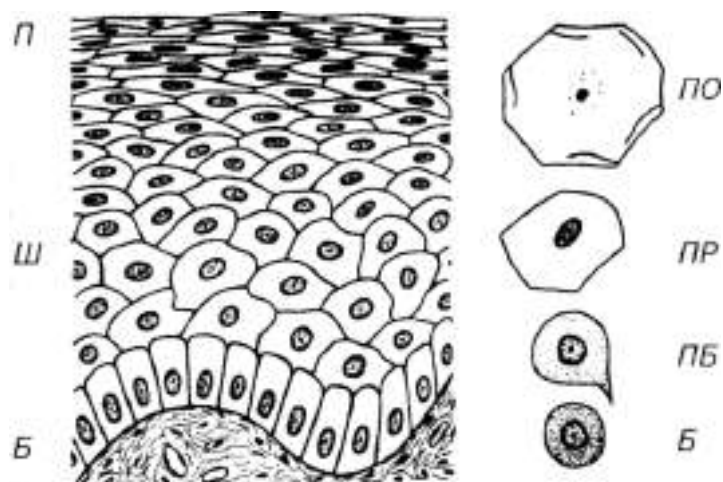
Собственная пластинка слизистой оболочки – тонкая, содержит фибробласты, лимфоциты, макрофаги и тучные клетки, а также клетки, способные

к превращению в децидуальные (при трубной беременности). При повреждении эпителия (обычно вследствие инфекции) складки слизистой оболочки образуют соединительнотканые сращения, нарушающие транспорт гамет или эмбриона, что может приводить к бесплодию или трубной беременности, соответственно. В слизистой оболочке бахромки имеются крупные вены, переполняющиеся кровью перед овуляцией, что увеличивает ее тургор и способствует плотному охвату яичника воронкой.

Мышечная оболочка утолщается от ампулы к интрамуральному сегменту; состоит из нерезко разграниченных толстого внутреннего циркулярного и тонкого наружного продольного слоев. Ее сократительная активность усиливается эстрогенами и угнетается прогестероном.

Серозная оболочка отличается наличием под мезотелием толстого слоя соединительной ткани, содержащего сосуды и нервы. В ампулярном отделе в ней выявляются отдельные пучки гладкомышечной ткани, сокращение которых изменяет положение трубы по отношению к поверхности яичника.

*Влагалище.* Влагалище представляет собой толстостенную растяжимую трубку, соединяющую преддверие влагалища с шейкой матки (рисунок 17).



Слева – эпителий на гистологическом препарате, справа клетки на мазке.  
Срез: Б – базальный слой, Ш – шиповатый слой, П – поверхностный слой.  
Мазок: Б – базальные клетки, ПБ – парабазальные клетки, ПР – промежуточные клетки, ПО – поверхностные клетки

Рисунок 17 – Гистосрез стенки влагалища и мазок влагалищного содержимого (В. Л. Быков, 2000).

Стенка влагалища состоит из трех оболочек: слизистой, мышечной и адвентициальной.

Слизистая оболочка образует поперечные складки. Выстлана многослойным плоским неороговевающим эпителием, лежащим на собственной пластинке.

Эпителий состоит из 30-45 слоев клеток и включает базальный, шиповатый (промежуточный) и поверхностный слои. В последнем могут встречаться кератогиалиновые гранулы, но ороговения клеток не происходит. Цитоплазма



эпителиальных клеток содержит значительное количество гликогена, в особенности, в середине цикла. В эпителии постоянно обнаруживаются лимфоциты, клетки Лангерганса.

Созревание эпителия влагалища зависит от гормонального фона, поэтому изучение окрашенных цитологических мазков, позволяющее сделать заключение о насыщенности организма эстрогенами и прогестероном, получило широкое клиническое распространение.

Цитологическая классификация влагалищного эпителия выделяет:

- базальные;
- парабазальные;
- промежуточные;
- поверхностные клетки.

Базальные клетки – мелкие, резко базофильные, с темными ядрами, высоким ядерно-цитоплазматическим отношением, на мазках имеют округлые контуры.

Парабазальные клетки (соответствуют глубоким отделам шиповатого слоя на гистологических срезах) – мелкие, округлые или овальные, с базофильной цитоплазмой, образующей вытянутые участки «хвосты».

Промежуточные клетки (соответствуют поверхностным отделам шиповатого слоя) – крупные, полигональные, со светлой базофильной или эозинофильной цитоплазмой, везикулярным ядром с мелкодисперсным хроматином.

Поверхностные клетки – крупные, плоские, полигональные, с эозинофильной (изредка базофильной) цитоплазмой, иногда содержащей мелкие гранулы кератогиалина, мелким темным (пикнотическим) ядром.

Значение содержания клеток разных типов в мазке: базальные клетки могут оказаться в мазке лишь при травме эпителия; парабазальные обнаруживаются лишь при резко выраженной эстрогенной недостаточности (их находят в детстве и в менопаузе). Появление в мазке промежуточных клеток считается признаком созревания эпителия; максимальный уровень созревания соответствует появлению поверхностных клеток.

Индекс созревания – соотношение парабазальные – промежуточные – поверхностные клетки, выраженное в процентах, оценивает насыщенность организма эстрогенами. При резкой атрофии эпителия (вследствие дефицита гормонов) равен 100/0/0, при умеренной – 70/30/0. Максимальная доля поверхностных клеток соответствует времени овуляции (0/5/95), в течение большей части цикла представлены как поверхностные, так и промежуточные клетки.

Другие количественные показатели – кариопикнотический индекс (относительное содержание клеток с пикнотическим ядром) и эозинофильный индекс (доля клеток с эозинофильной цитоплазмой) максимальны при наибольшем числе поверхностных клеток в мазке, соответствующем пику эстрогенов, т.е. во время овуляции.

Воздействие прогестерона в лютеиновую фазу сопровождается преобладанием в мазке промежуточных клеток, десквамацией эпителия в виде пластов и закручиванием краев клеток, приобретающих сходство с почтовым конвертом.

Слушивание эпителиальных клеток с поверхности слизистой оболочки происходит непрерывно, более значительно (в виде комплексов) в лютеиновую фазу. Бактериальная микрофлора влагалища разлагает гликоген, освобождаясь из разрушенных клеток, с образованием молочной кислоты (снижает рН до 4,0-5,0), что препятствует развитию патогенной микрофлоры и повреждает спермин.

Собственная пластинка состоит из волокнистой соединительной ткани с большим количеством коллагеновых и эластических волокон и обширным венозным сплетением. Содержит лимфоциты, макрофаги и плазматические клетки, вдаются в эпителий в виде многочисленных сосочков, несущих сосуды. Железы в слизистой оболочке влагалища отсутствуют.

Мышечная оболочка состоит из пучков гладкомышечных клеток, образующих два нечетко разграниченных слоя: внутренний циркулярный и наружный продольный, которые продолжаются в аналогичные слои миометрия. В нижних отделах влагалища в мышечной оболочке имеются волокна поперечно-полосатой мышечной ткани, расположенные циркулярно в виде сфинктера.

Адвентициальная оболочка образована соединительной тканью, которая сливается с адвентицией прямой кишки и мочевого пузыря. Содержит крупное венозное сплетение и нервы.

### **3.2. Микропрепараты для изучения и зарисовки**

#### **1. Препарат «Яичник млекопитающего» (рисунок 18).**

*Описание препарата.* Снаружи яичник покрыт белочной оболочкой и поверхностным эпителием. Под капсулой яичника в корковом веществе находится большое количество мелких примордиальных фолликулов. Овоцит первичного фолликула уже окружен блестящей оболочкой и одним слоем кубических или призматических фолликулярных клеток. Часто встречаются пузырьчатые фолликулы, в которых срез прошел выше или ниже овоцита, и овоцит в фолликуле не виден. Необходимо найти фолликул, в котором срез прошел через яйценосный холмик, и изучить его при большом увеличении. В овоците видны ядро и цитоплазма. Окружающая овоцит прозрачная оболочка при слегка опущенном конденсоре выглядит как сильно преломляющий свет ободок на поверхности овоцита. За ним следует лучистый венец, образованный фолликулярными эпителиоцитами.

Фолликул заполнен фолликулярной жидкостью. На базальной мембране фолликула располагается зернистый слой. Снаружи от базальной мембраны лежит соединительно-тканная внутренняя тека с капиллярами и текальными эндокриноцитами. Наружная тека состоит из плотно расположенных друг к другу волокон и веретенообразной формы клеток. Атретическое тело можно узнать по сохранившейся в нем деформированной прозрачной оболочке разрушенного овоцита. Желтое тело в фазе расцвета лучше рисовать с демонстрационного препарата. Мозговое вещество содержит кровеносные и лимфатические сосуды и окружающую их рыхлую волокнистую соединительную ткань.

1 – оболочка; 2 – соединительнотканная строма; 3 – примордиальные фолликулы; 4 – вторичные фолликулы; 5 – третичный зрелый фолликул (граафов пузырек); 6 – фолликулярная жидкость; 7 – овоцит; 8 – тека фолликулов; 9 – яйценосный бугорок; 10 – желтое тело

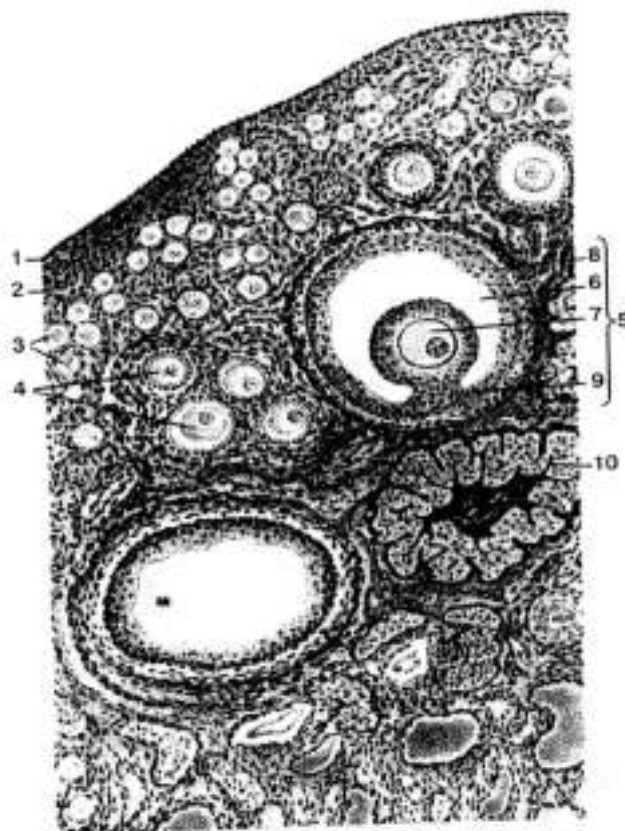
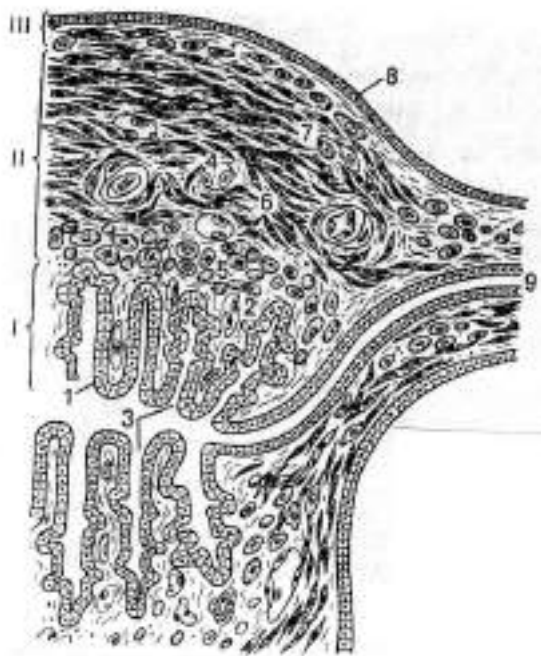


Рисунок 18 – Срез яичника млекопитающего (Н. В. Чебышев, 2005).

*Задание:* зарисовать гистосрез яичника млекопитающего.

**2. Препарат «Стенка матки животного (кошки) в период покоя» (рисунок 19).**



I – эндометрий; II – миометрий; III – периметрий;

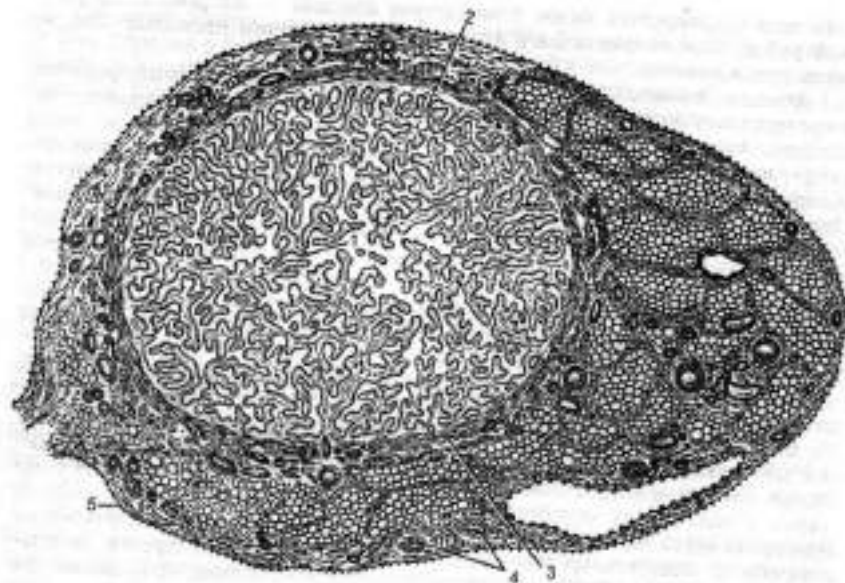
1 – простой однослойный призматический эпителий; 2 – собственный слой слизистой оболочки; 3 – маточные железы (крипты); 4 – кровеносные сосуды; 5 – подслизистый слой миометрия; 6 – сосудистый слой миометрия; 7 – надсосудистый слой миометрия; 8 – мезотелий; 9 – маточная труба

Рисунок 19 – Стенка матки животного (кошки) в период покоя (Ю. И. Афанасьев, 2001).

*Описание препарата.* Поперечный срез рога матки. Окраска гематоксилин-эозином. Увеличение малое. При малом увеличении микроскопа обратить внимание на форму просвета матки, а также на соотношение оболочек стенки матки. В слизистой оболочке матки (эндометрии) встречаются простые трубчатые железы, имеющие различную длину. Подслизистой основы в матке нет и поэтому слизистая переходит в подслизистый слой мышечной оболочки, за которым следуют сосудистый и надсосудистый слои. Снаружи видна серозная оболочка – периметрий.

*Задание:* изучить микропрепарат «Стенка матки животного (кошки) в период покоя» и зарисовать.

### 3. *Препарат «Маточная труба»* (рисунок 20).



- 1 – складки слизистой оболочки, покрытой реснитчатым эпителием;  
2 – собственная пластинка слизистой оболочки; 3 – мышечная оболочка;  
4 – кровеносный сосуд; 5 – серозная оболочка

Рисунок 20 – Срез через маточную трубу (Ю. И. Афанасьев, 2001).

*Описание препарата.* Видны длинные, ветвящиеся складки слизистой оболочки. Подслизистая основа отсутствует, и непосредственно за слизистой следует мышечная оболочка, состоящая из пучков гладких миоцитов, расположенных в большом количестве рыхлой соединительной ткани. Циркулярный и продольный слои мышечной оболочки отграничены нечетко. Кнаружи от мышечной оболочки располагаются слой соединительной ткани (подсерозная основа) и мезотелий серозной оболочки.

*Задание:* зарисовать срез через маточную трубу и обозначить особенности строения.

### **Вопросы и задания для самоконтроля**

1. Как происходит процесс развития фолликулов в яичнике?
2. Какие структуры имеются в зрелом пузырьчатом фолликуле – граафовом пузырьке?

3. Расскажите о стадиях развития желтого тела. Какова функция желтого тела?
4. Каковы возрастные особенности строения и функции яичников?
5. Что такое атрезия фолликулов?
6. Что такое овуляция? Охарактеризуйте этот процесс.
7. Расскажите о строении и гистофизиологии маточной трубы.
8. Каков общий план строения матки?
9. Охарактеризуйте циклические изменения в матке.
10. Как осуществляется регуляция циклических изменений в матке гормонами яичника и гипофиза?
11. Расскажите о строении влагалища и циклических изменениях в нем.

#### *Ситуационные задачи*

1. При исследовании гистологического препарата отмечено, что толщина эндометрия небольшая, призматический эпителий не имеет ресничек, маточные железы прямые. Для какой фазы менструального цикла характерна такая морфология?
2. В крови женщины обнаружено повышенное содержание прогестерона. В каких случаях это может наблюдаться?

## **ТЕМА 4. МУЖСКАЯ ПОЛОВАЯ СИСТЕМА**

**Цель работы:** изучение микроскопического и ультрамикроскопического строения и гистофизиологии мужской половой системы.

#### **Ход работы:**

1. Познакомьтесь с теоретическим материалом по строению мужской половой системы (подраздел 4.1).
2. Рассмотрите и зарисуйте обобщенные схемы и рисунки:
  - а) рисунок «Семенник с придатком и семявыводящим протоком»;
  - б) схема строения семенного канальца;
  - в) рисунок «Придаточные половые железы мужской половой системы».
3. Работа с микропрепаратами:
  - а) препарат «Семенник»;
  - б) препарат «Придаток семенника»;
  - в) препарат «Предстательная железа».

### **4.1. Строение мужской половой системы**

Мужская половая система включает:

- 1) семенники (гонады), в которых образуются мужские половые клетки (спермии) и мужские половые гормоны;
- 2) систему внегонадных семявыносящих путей (начальные отделы семявыносящих путей находятся внутри самой гонады), связывающих яичко с половым членом;
- 3) добавочные железы, секрет которых служит средой для транспорта и созревания спермиев;

4) половой член, с помощью которого спермии вводятся в женские половые пути.

**Семенник.** Семенник выполняет две функции – генеративную (образование мужских половых клеток – сперматогенез) и эндокринную (синтез мужских половых гормонов) (рисунок 21). Эти функции взаимосвязаны, но обеспечиваются различными структурными компонентами органа.

Покрит толстой соединительно-тканной капсулой (белочная оболочка), содержащей гладкомышечные клетки и отдающей перегородки (септы), которые разделяют орган на 150-250 конических долек, сходящихся верхушками в средостении яичка. Каждая долька содержит 1-4 извитых семенных канальца диаметром 150-250 мкм и длиной 70-80 см (общей протяженностью в каждом яичке 300-400 м), в которых осуществляется сперматогенез (рисунок 22).

В верхушке дольки извитые канальцы продолжают в прямые канальцы, которые не участвуют в сперматогенезе и являются начальным отделом семявыносящих путей. Сливаясь, прямые канальцы открываются в сеть яичка в его средостении, откуда в придаток яичка отходят косящие канальцы. Пространство между извитыми канальцами (интерстиций) заполнено рыхлой волокнистой тканью, содержащей сосуды, нервы и интерстициальные эндокриноциты (клетки Лейдига), вырабатывающие мужские половые гормоны – андрогены.

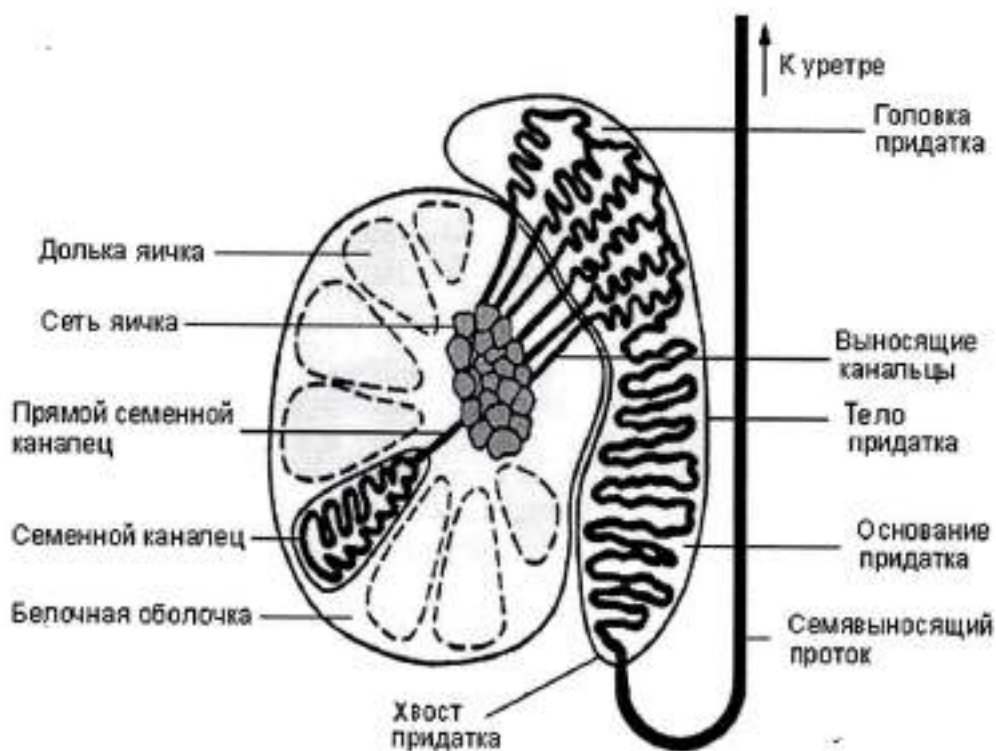


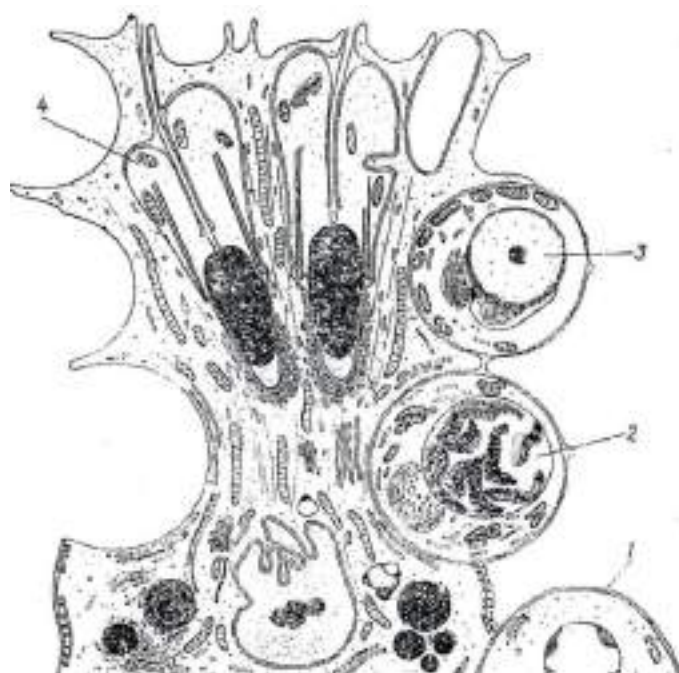
Рисунок 21 – Семенник с придатком и семявыносящим протоком (А. В. Болотов, 2011).

Извитые семенные канальцы имеют сложно организованную стенку, состоящую из сперматогенных клеток, лежащих в 4-8 слоев на толстой базальной

мембране и связанных с поддерживающими клетками. Снаружи к базальной мембране в 1-4 слоя прилежат уплощенные миоидные перитубулярные клетки (миофибробласты), а также фиброциты и эластические волокна. Миоидные клетки сокращаются независимо от нервных импульсов, (возможно, вследствие выделения серотонина и гистамина тучными клетками интерстиция), медленно продвигая образующиеся спермии в сеть яичка.

Базальный отдел канальца сравнительно легко обменивается веществами с интерстицием яичка и содержит сперматогонии и прелептотенные сперматоциты – клетки, генетически полностью идентичные остальным клеткам хозяина.

Адлюминальный отдел канальца содержит половые клетки (сперматоциты, сперматиды и спермии), которые вследствие возникших в мейозе новых комбинаций генов стали генетически отличными от других клеток хозяина. При попадании в кровь образуемые ими вещества (антигены) могут распознаваться организмом как чужеродные и подвергаться разрушению в ходе возникающего аутоиммунного процесса. Этого, однако, не происходит из-за того, что содержимое адлюминального отдела изолировано от остального организма благодаря плотным соединениям латеральных отростков sustentocитов, которые являются главным компонентом гемато-тестикулярного барьера.



1 – сперматогонии; 2 – сперматоцит; 3 – сперматиды;  
4 – формирующиеся сперматозоиды; (клетки Сертоли)

Рисунок 22 – Строение семенного канальца (Н. А. Юрина, 1989).

Гемато-тестикулярный барьер изолирует развивающиеся сперматогенные клетки от иммунной системы, обладает избирательной проницаемостью для многих веществ и обеспечивает возможность создания различного микроокружения для разных клеток. В его состав входят (от сосуда к канальцу).

- эндотелий капилляра интерстиция,
- базальная мембрана эндотелия,
- интерстициальная соединительная ткань,
- слой миоидных клеток,
- базальная мембрана канальца,
- плотные соединения между отростками сустентоцитов.

Функции сустентоцитов:

- 1) трофическая – обеспечивают питание развивающихся половых клеток;
- 2) опорная – служат опорными элементами для половых клеток;
- 3) защитная и барьерная – предохраняют развивающиеся половые клетки от вредных воздействий, в том числе в качестве компонента гематотестикулярного барьера;
- 4) транспортная – благодаря многочисленным микрофиламентам способствуют отделению дифференцирующихся половых клеток от базальной мембраны и их перемещению к просвету канальца;
- 5) фагоцитарная – поглощают и разрушают погибшие и аномальные половые клетки, а также остаточные тельца;
- 6) синтетическая и секреторная – вырабатывают и выделяют значительное число разнообразных веществ, в том числе:
  - жидкую среду канальца,
  - регуляторные факторы (трансферрин, кальмодулин, инсулиноподобный фактор роста и др.), влияющие на развитие половых клеток,
  - андроген-связывающий белок (АСБ), способствующий созданию в канальцах высоких локальных концентраций тестостерона (в 200 раз превышающих его уровни в крови), необходимых для нормального течения сперматогенеза. АСБ из яичка поступает в придаток яичка, где он влияет на созревание спермиев. Секретция АСБ регулируется ФСГ и тестостероном;
  - половые стероиды – эстрогены и тестостерон;
  - ингибин и родственные ему активин – белковые гормоны, которые, соответственно, угнетают и усиливают секрецию ФСГ;
  - ЛГ-РГ-подобное вещество, угнетающее активность интерстициальных эндокриноцитов;
  - антимюллеров гормон (АМГ) или гормон, стимулирующий регрессию мюллеровых протоков (секретируется в эмбриональном периоде и способствует нормальному развитию мужской половой системы).

Сустентоциты устойчивы к действию разнообразных повреждающих факторов и сохраняются в канальцах при гибели сперматогенных клеток.

Интерстициальные эндокриноциты (клетки Лейдига) выявляются у новорожденных, но в дальнейшем исчезают; их новая популяция появляется при половом созревании, после которого они занимают 12-15 % объема яичка. Имеют округлую, полигональную или веретеновидную форму, лежат поодиночке или в виде скоплений вблизи капилляров между семенными канальцами. Ядро светлое, с 1-2 крупными ядрышками. Цитоплазма ацидофильная, содержит большое число удлиненных митохондрий с пластинчатыми или тубулярными кристами, сильно развитую аЭПС, многочисленные пероксисомы, лизо-



сомы, гранулы липофусцина, липидные капли, а также кристаллы Рейнке – белковые включения правильной геометрической формы с острыми углами длиной до 20, толщиной до 5 мкм, состоящие из филаментов диаметром 5 нм. Функция этих кристаллов неясна.

Популяция клеток Лейдига поддерживается за счет баланса между их гибелью и образованием из малодифференцированных предшественников. Их число у 20-летнего мужчины составляет порядка 700 млн., с каждым десятилетием оно падает приблизительно на 80 млн. Причина потерь состоит в дедифференцировке этих клеток или в преобладании их гибели над образованием.

Главный секреторный продукт клеток Лейдига – тестостерон (основной андроген у человека), образуется из холестерина ферментными системами ЭПС и митохондрий. Активность клеток Лейдига регулируется ЛГ. Усиление выработки тестостерона через механизмы отрицательной обратной связи угнетает секрецию ЛГ передней долей гипофиза и ЛГ-РГ гипоталамусом. Клетки Лейдига вырабатывают также небольшие количества окситоцина и производных пропiomеланокортина.

Продуцируемые клетками Лейдига андрогены необходимы для нормального сперматогенеза; они регулируют также развитие и функцию добавочных желез половой системы, обеспечивают развитие вторичных половых признаков и анаболический эффект, определяют (в значительной мере) либидо и половое поведение. Окситоцин, вырабатываемый клетками Лейдига, контролирует сократительную активность миоидных перитубулярных клеток извитого семенного канальца.

*Мошонка.* Мошонка представляет собой кожный мешок, в котором располагаются яички, их придатки и нижний отдел семенного канатика. По средней линии мошонки проходит шов мошонки – от нижней поверхности полового члена до анального отверстия. Остальная поверхность мошонки покрыта более или менее значительным количеством морщин. Оболочки яичка образованы из различных слоев брюшной стенки, которые яичко в процессе опускания увлекает за собой.

Непосредственно под кожей мошонки располагается видоизмененная соединительная ткань, лишенная жира и содержащая значительное количество гладких мышечных клеток. Она имеет красноватый цвет и называется мясистой оболочкой. Под ней имеется фасциальная пластинка – наружная семенная фасция.

Следующий слой, покрывающий яичко и семенной канатик, представлен двумя образованиями: фасцией и мышечными волокнами, расходящимися по поверхности яичка. Это мышца, поднимающая яичко, и ее фасция. Мышца представляет собой производное поперечной и внутренней косой мышц живота, при ее сокращении яичко подтягивается кверху. Под мышцей, поднимающей яичко, располагается внутренняя семенная фасция, являющаяся продолжением поперечной фасции живота. Влагалищная оболочка яичка представлена двумя пластинками. Одна сращена с его белочной оболочкой (висцеральная пластинка), а другая образует вокруг него замкнутый мешок (париетальная пластинка), соприкасающийся с внутренней семенной фасцией. Эта оболочка явля-

ется производной влагалищного отростка брюшины, образующегося в момент опускания яичка в мошонку. В результате зарастания верхнего участка влагалищного отростка связь между брюшинной полостью и полостью серозной оболочки яичка прерывается. В случаях незарастания влагалищного отростка остается канал, через который могут выходить врожденные мошоночные грыжи.

*Семявыносящий проток* парный орган длиной около 40-45 см, в поперечнике 3 мм и диаметр просвета около 0,5 мм в своем начальном отделе также делает изгибы и позади яичка поднимается вместе с сосудами и нервами к наружному паховому кольцу в составе семенного канатика, проходит через паховый канал, у внутреннего его кольца отделяется от сосудов яичка, идет вниз и назад по боковой стенке таза. У боковой поверхности мочевого пузыря он загибается к дну его и у средней линии подходит к предстательной железе. В нижнем отделе семявыносящий проток расширен и образует ампулу) семявыносящего протока. Стенка его состоит из наружной фиброзной оболочки, средние – мышечной и внутренней слизистой, образующей продольные складки.

*Сперма.* Сперма – мужское семя, секретируется в извитых канальцах яичка, выстланных сперматогенным эпителием. Все остальные канальцы яичка, придатка, семявыносящий и семявыбрасывающий протоки являются, путями выведения спермы. По достижении половой зрелости в извитых канальцах начинаются процессы сперматогенеза, приводящие к образованию мужских половых клеток. Яичко вырабатывает спермии непрерывно на всем протяжении половой активности организма. Спермии образуются в огромном количестве, в половых путях женщины они сохраняют оплодотворяющую способность в течение 2–3 и более суток. Жидкая часть спермы в очень небольшом количестве продуцируется яичками. В основном она является продуктом выделения придаточных желез полового аппарата – семенных пузырьков и предстательной железы, открывающихся в пути, выводящие сперму.

*Состав спермы.* Состоит из сперматозоидов и семенной жидкости. Мужская сперма – это сложное вещество, состоящее на 90 % из воды и из более чем 30 различных компонентов, включающих натрия хлорид (2 г/л), глюкозу (3 г/л), фруктозу (1-6 г/л), молочную кислоту (0,9-1 г/л), белок (1,8 г/100 мл), лимонную кислоту, высококонцентрированный калий и такой важнейший элемент, как цинк, содержит микроэлементы кальция, железа, фосфора и другие минеральные вещества. В состав спермы также входят сера, медь, магний, витамин С и В<sub>12</sub>, т. е. все самые важные химические элементы для здоровья человека. Кроме того, семенные пузырьки содержат 15 различных выделений предстательной железы, которые стимулируют мышечные сокращения и расширение кровеносных сосудов. Несмотря на присутствие лимонной кислоты, сперма имеет легкую щелочную среду. Порция спермы, выделенная самцом за одну садку, называется эякулятом. Объем эякулята и концентрация в нем спермиев в норме у самцов разных видов различны. В пределах вида они зависят от интенсивности использования производителя (частоты садок), условий кормления и содержания. Часть спермы, не содержащая спермиев, называется плазмой спермы (семенной плазмой). Ее относительный объем в эякуляте зависит от ви-

да животных (70 % у барана, 30 % у быка; 90-92 % у хряка и жеребца; 95 % у человека). В эякуляте человека сперматозоиды составляют в среднем только 5 % эякулята. Остальные 95 % – это секрет предстательной железы и жидкость семенных пузырьков: секреты семенных пузырьков (75 %), секреты простаты (20 %), секреты куперовых желез и уретры (до 5 %). В первой порции эякулята содержание сперматозоидов выше, чем в последующих.

*Семенная плазма.* Она является стабилизирующей, разбавляющей, активирующей и питательной средой для спермиев. Она стабилизирует плазменную мембрану спермиев, содержит ферменты, растворяющие акросому, простагландины, инозит, андрогены, антиагглютинины (в секрете простаты); аскорбиновую кислоту, фруктозу, лимонную кислоту. При кастрации содержание фруктозы, лимонной кислоты и тестостерона падает. Секреты придаточных желез выделяются в просвет канала в момент эякуляции, что способствует смешиванию спермы с семенной плазмой в уретре и сообщает первичный стимул подвижности спермиям. У свиней желатиновая фракция семенной жидкости (секрет луковичных желез) может образовывать пробку, препятствующую вытеканию спермы из половых путей самки. У грызунов пробку образует секрет пузырьковидных желез. Небольшое количество секрета придаточных половых желез выделяется с мочой и в период полового покоя.

*Семенной канатик.* Семенной канатик состоит из семявыносящего протока, артерии и вен яичка, лимфатических сосудов и нервов, покрытых оболочками. Он идет от заднего края яичка до внутреннего кольца пахового канала, где сосуды и семявыносящий проток расходятся. Семенной канатик образуется после опускания яичка из брюшной полости, где оно первоначально развивается, в мошонку. К моменту рождения оба яичка находятся в мошонке. Отсутствие яичек в мошонке называется крипторхизмом.

*Половой член.* Половой член состоит из двух пещеристых тел и губчатого тела. Губчатое тело лежит под пещеристыми и пронизано мочеиспускательным каналом. Задняя часть полового члена называется корнем и прикреплена связками к лобковым костям. Передняя часть – головка полового члена утолщена и закруглена. Промежуточная часть – тело полового члена, верхняя поверхность его называется спинкой. На головке полового члена находится наружное отверстие мочеиспускательного канала. Кожа полового члена тонкая, у основания головки образует складку – крайнюю плоть. На внутренней поверхности крайней плоти расположены сальные железы, секрет которых входит в состав препуциальной смазки. Внутри от рыхлой подкожной клетчатки фасция охватывает все три тела, соединяя их в единое целое. Наружной оболочкой пещеристых тел является фиброзная белочная оболочка, от которой внутрь отходят многочисленные перекладины. Промежутки между ними заполнены кровью. Величина полового члена изменяется в зависимости от количества крови в пещеристой ткани. Губчатое тело образует два утолщения: головку полового члена и его луковицу (сзади).

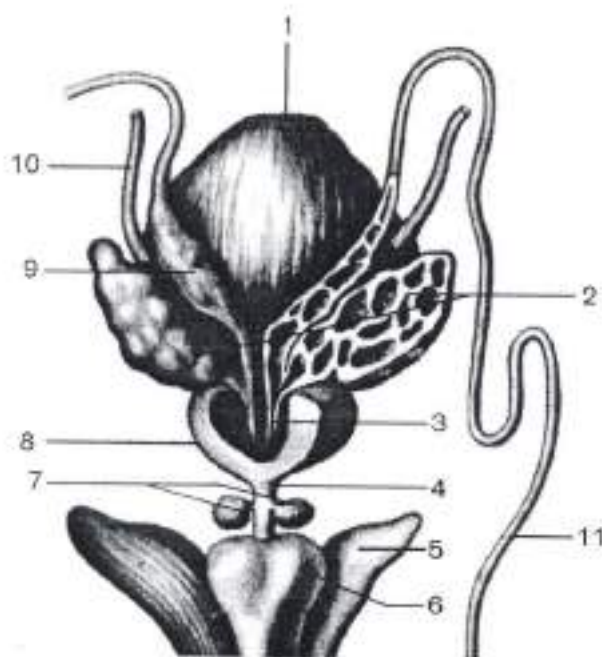
*Мужской мочеиспускательный канал.* Мужской мочеиспускательный канал (urethra masculina) представляет собой трубку длиной около 18 см, идущую от мочевого пузыря до наружного отверстия мочеиспускательного канала на

головке полового члена. Он служит не только для выведения мочи, но и для прохождения семени, которое поступает в него из семявыбрасывающих протоков. В мочеиспускательном канале выделяют три части: предстательную, перепончатую и губчатую. Предстательная часть длиной около 3 см, наиболее широкая, является начальным отделом мочеиспускательного канала и проходит через предстательную железу. На задней стенке имеется небольшое возвышение – семенной холмик. Здесь открываются семявыбрасывающие протоки, а по бокам холмика – протоки предстательной железы. По окружности начального отдела мочеиспускательного канала располагаются гладкие мышечные клетки, образующие его внутренний (пузырный) произвольный сфинктер. Перепончатая часть начинается от предстательной железы и тянется до луковичи полового члена. Это узкая и короткая (около 1 см) часть мочеиспускательного канала, проходящая через мочеполовую диафрагму. Здесь располагается сфинктер мочеиспускательного канала – произвольный. По сторонам от канала и сзади от него лежат бульбоуретральные железы.

Губчатая часть мочеиспускательного канала наиболее длинная (около 15 см), окружена тканью губчатого тела полового члена. В головке полового члена канал образует расширение – ладьевидную ямку и заканчивается наружным отверстием. Эпителий, выстилающий слизистую оболочку мочеиспускательного канала, в различных участках разный (переходный, многорядный цилиндрический, однослойный цилиндрический и многослойный плоский). В канал открывается множество желез (железы Литтре). Кнаружи лежит мышечный слой, состоящий из неисчерченных мышечных клеток, расположенных продольно и циркулярно. Мочеиспускательный канал S-образно изогнут. При поднятии губчатой части передняя кривизна выпрямляется и заметна лишь задняя, более фиксированная.

*Семенные пузырьки.* Семенные пузырьки – парные органы, расположенные латерально от семявыносящих протоков, между мочевым пузырем и прямой кишкой (рисунок 20). Длина каждого пузырька около 5 см. Книзу он суживается и переходит в узкий выделительный проток, который, соединяясь под острым углом с семявыносящим протоком, образует семявыбрасывающий проток. Он проходит сквозь толщу предстательной железы и открывается в предстательную часть мочеиспускательного канала на семенном холмике.

*Бульбоуретральные (куперовы) железы.* Бульбоуретральные (куперовы) железы парные, величиной с горошину, плотные, располагаются в толще мочеполовой диафрагмы (рисунок 23). Железа имеет альвеолярно-трубчатое строение, плотную консистенцию, овальную форму, диаметр 0,3-0,8 см. Выводные протоки длиной 3-4 см открываются в губчатой части мочеиспускательного канала. Железа вырабатывает вязкую тягучую жидкость, которая защищает слизистую оболочку стенки мочеиспускательного канала от раздражения ее мочой.



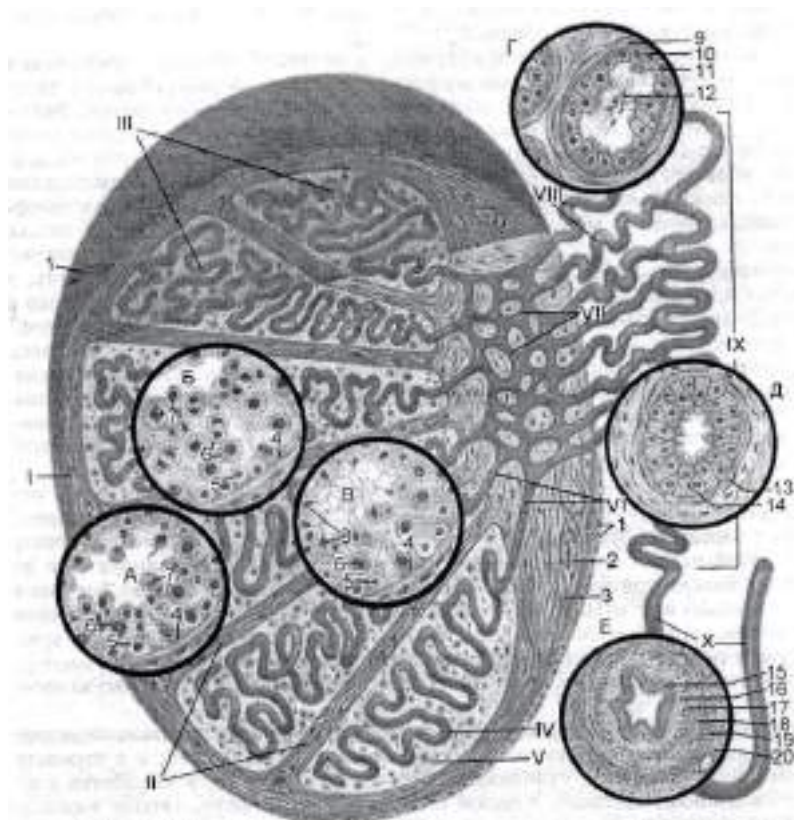
- 1 – мочевой пузырь; 2 – семенные пузырьки; 3 – семявыбрасывающий проток;  
 4 – перепончатая часть мочеиспускательного канала, 5 – ножки полового члена  
 (пещеристая ткань); 6 – луковица полового члена; 7 – бульбоуретральные (куперовы)  
 железы; 8 – простата; 9 – ампула семявыносящего протока; 10 – уретра;  
 11 – семявыносящий проток

Рисунок 23 – Придаточные половые железы мужской половой системы  
 (А. В. Болотов, 1986).

*Предстательная железа.* Предстательная железа (простата) – железисто-мышечный орган, охватывающий начальный отдел мочеиспускательного канала (рисунок 23). По форме и величине напоминает каштан. В ней различают основание, обращенное к мочевому пузырю, и верхушку, примыкающую к мочеполовой диафрагме. Передняя поверхность более выпуклая, обращена к лобковому симфизу. Задняя поверхность прилежит к прямой кишке и разделена бороздой на две доли – правую и левую. Участок железы, расположенный между мочеиспускательным каналом и правым и левым семявыбрасывающими протоками, называют перешейком (средняя доля). Средняя доля представляет значительный практический интерес, так как увеличение ее может нарушать мочеиспускание. Предстательная железа окружена фасциальными листками, образующими капсулу. В этом вместилище находятся также клетчатка и венозное сплетение. Связками предстательная железа фиксирована к тазовому дну. Ткань ее состоит главным образом из желез и гладких мышечных клеток. Протоки желез (20-30) открываются на задней стенке мочеиспускательного канала по сторонам от семенного холмика. Секрет предстательной железы является составной частью спермы. Закладка яичек у человека появляется на 28-30-е сутки эмбриогенеза в виде парных утолщений целомического эпителия на медиовентральной поверхности первичных почек (мезонефросов). Мужская гонада начинает дифференцироваться раньше женской.

## 4.2. Микропрепараты для изучения и зарисовки

### 1. Препарат «Семенник» (рисунок 24).



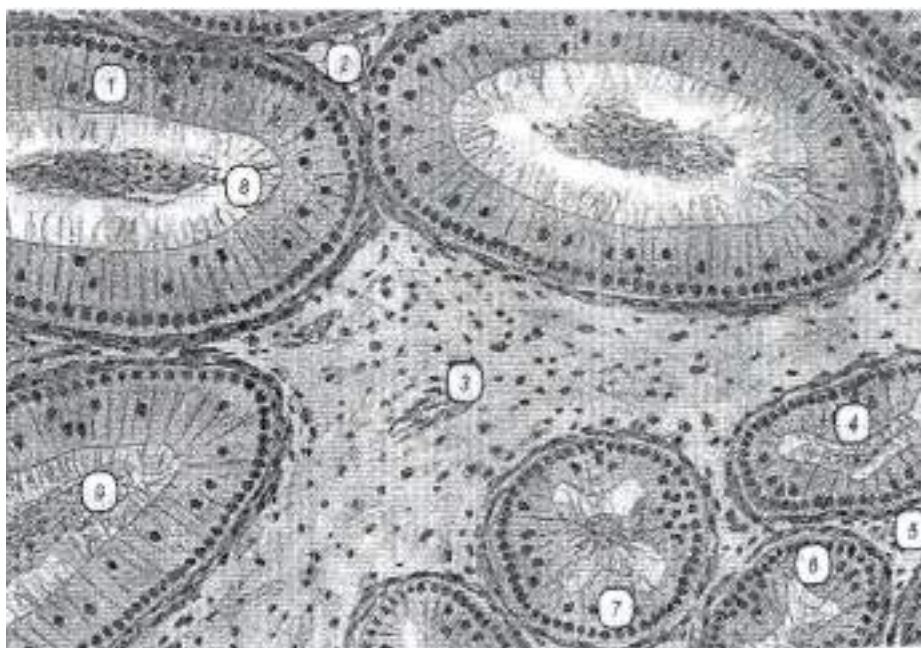
А – сперматогенный эпителий в период размножения и в начале периода роста; Б – сперматогенный эпителий в конце периода роста и в период созревания; В – период формирования; Г – строение семявыносящего канальца яичка; Д – строение канала придатка; Е – строение семявыносящего канала; I – оболочки яичка; II – перегородки яичка; III – дольки яичка; IV – извитой семенной каналец; V – интерстициальная железистая ткань; VI – прямые семенные канальцы; VII – сеть семенника; VIII – выносящие канальцы яичка; IX – канал придатка; X – семявыносящий канал: 1 – мезотелий; 2 – кровеносный сосуд; 3 – соединительнотканнные клетки; 4 – поддерживающие клетки; 5 – сперматогонии; 6 – сперматоциты; 7 – сперматиды; 8 –сперматозоиды в просвете извитого семенного канальца;9 – мышечно-волокнунистая оболочка семявыносящего канальца; 10 – реснитчатые клетки;11 – кубические клетки; 12 – сперматозоиды в семявыносящем канальце яичка; 13 – мышечноволокнунистая оболочка канала придатка яичка; 14 – двухрядный реснитчатый эпителий семявыносящего канала; 15 – двухрядный реснитчатый эпителий; 16 – собственная пластинка слизистой оболочки; 17 – внутренний продольный слой мышечной оболочки; 18 – средний циркулярный слой мышечной оболочки; 19 – наружный продольный слой мышечной оболочки; 20 – адвентициальная оболочка

Рисунок 24 – Строение семенника (Ю. Н. Афанасьев, 2001).

*Описание препарата.* Следует иметь в виду, что извитые семенные канальцы, в которых протекают процессы сперматогенеза, сильно извиваются, поэтому на препарате они всегда срезаны поперек или косо. На малом увеличении видно, что между извитыми канальцами располагается рыхлая соединительная ткань, в которой локализуются скопления крупных железистых интер-

стициальных эндокриноцитов и кровеносные капилляры. На большом увеличении необходимо изучить 2-3 поперечных среза извитого канальца, так как только в этом случае можно найти все стадии сперматогенеза. Поддерживающие эпителиоциты лежат на базальной мембране извитого семенного канальца, имеют пирамидальную форму и светлое ядро. Сперматогонии лежат в самом периферическом слое и характеризуются мелкими ядрами, в которых постоянно видны фигуры митозов. Сперматоциты располагаются ближе к просвету канальца и имеют более крупные и бледные ядра. Вторичные сперматоциты мельче первичных. Сперматогонии, только что образовавшиеся в результате второго деления созревания, имеют маленькое бледное овальное ядро. Сперматогонии, вступившие в стадию формирования, характеризуются плотным удлинненным ядром и перемещением цитоплазмы в сторону формирующегося жгутика. В самом внутреннем слое сперматогенных клеток располагаются спермин. Их плотные удлинненные ядра обращены к периферии канальца, а жгутики (хвостики) – в просвет.

## 2. Препарат «Придаток семенника» (рисунок 25).



- 1 – проток придатка; 2 – прослойка соединительной ткани; 3 – кровеносный сосуд;  
 4 – выносящий каналец; 5 – мышечная оболочка; 6 – секреторные клетки;  
 7 – поддерживающие клетки; 8 – стереоцилии; 9 – сперматозоиды

Рисунок 25 – Придаток семенника (Ю. Н. Афанасьев, 2001).

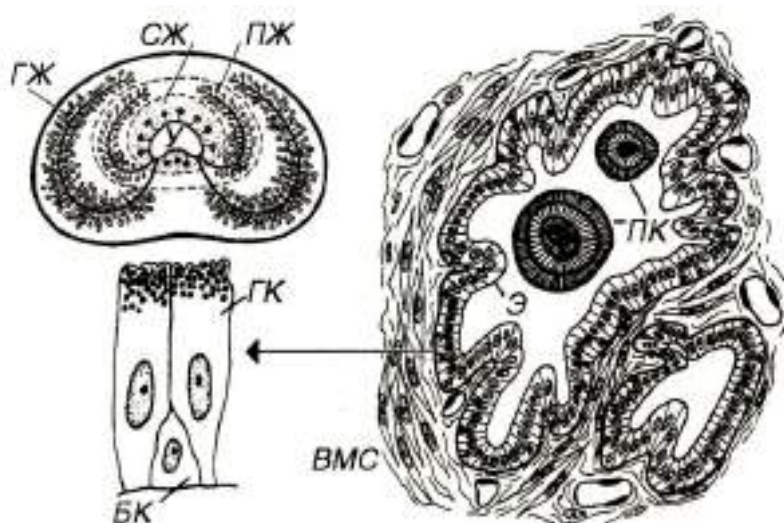
*Описание препарата.* При изучении данного препарата следует иметь в виду, что выносящие каналцы яичка находятся в головке придатка, а проток придатка лежит в его теле и хвостовой части. Эпителий, выстилающий слизистую оболочку выносящих канальцев, имеет неодинаковую высоту, вследствие чего просвет канальца неровный. В эпителии выносящих канальцев чередуются группы реснитчатых клеток с железистыми клетками, секретирующими по апо-

криновому типу, за базальной мембраной эпителия лежит мышечно-волоконный слой. Напротив, двурядный эпителий слизистой оболочки протока придатка образует ровный просвет. В протоке придатка семенника различают высокие призматические клетки, несущие на своих апикальных частях стереоцилии, а между базальными частями этих клеток залегают вставочные клетки. Снаружи располагается мышечно-волоконная оболочка.

*Задание:* зарисуйте строение придатка семенника, сделайте обозначения.

### 3. Препарат «Предстательная железа» (рисунок 26).

*Описание препарата.* Используя малое увеличение микроскопа, необходимо изучить топографию мочеиспускательного канала и основных частей предстательной железы. Препарат состоит из двух кусочков. На одном кусочке, взятом от неполовозрелого животного, хорошо видны переходный эпителий мочеиспускательного канала, собственная пластинка его слизистой оболочки с проходящими в ней выводными протоками, перегородки мышечно-эластической стромы предстательной железы, делящей железу на дольки, и капсула предстательной железы, состоящая из мышечного и фиброзного слоев. Однако в паренхиме долек первого кусочка недоразвиты концевые отделы. На другом кусочке представлены в основном хорошо развитые трубчато-альвеолярные концевые отделы с однослойным призматическим эпителием и междольковые перегородки с пучками гладких мышечных клеток.



У – уретра; СЖ – слизистые железы; ПЖ – подслизистые железы;  
 ГЖ – главные железы; Э – эпителий; ВМС – волокнисто-мышечная ткань;  
 ГК – главные клетки; БК – базальная клетка; пунктиром обозначены границы зон, занимаемых железами

Рисунок 26 – Строение предстательной железы (В. Л. Быков, 2000).

*Задание:* зарисуйте строение предстательной железы.



### Вопросы и задания для самоконтроля

1. Какие клетки яичка вырабатывают мужские половые гормоны? Каково их микроскопическое и ультрамикроскопическое строение?
2. Опишите особенности строения различных отделов семявыносящих путей и полового члена?
3. Опишите особенности строения различных отделов семявыносящих путей и полового члена.
4. Каково строение и функциональное значение предстательной железы и семенных пузырьков?
5. Расскажите о развитии мужской половой системы в эмбриогенезе.
6. По каким признакам на гистологических препаратах можно различить семенные извитые каналы, выносящие каналы и проток придатка?

## ТЕМА 5. ОПЛОДОТВОРЕНИЕ

**Цель работы:** получить представление об изменении половых клеток в ходе процесса оплодотворения.

**Ход работы:**

1. Изучите теоретический материал по оплодотворению.
2. Рассмотрите и зарисуйте обобщенные схемы:
  - а) схема «Дистантное и контактное взаимодействие спермиев и яйцеклетки»;
  - б) схема «Акрсомная реакция у млекопитающих»;
  - в) схема оплодотворения.
3. Работа с микропрепаратами:
  - а) препарат «Оплодотворение у лошадиной аскариды»;
  - б) препарат «Деление созревания яйцеклетки лошадиной аскариды»;
  - в) препарат «Синкарион в яйцеклетках лошадиной аскариды».

### 5.1. Характеристика процесса оплодотворения

Оплодотворение – слияние мужской и женской половых клеток, в результате чего восстанавливается диплоидный набор хромосом, характерный для данного вида животных, и возникает качественно новая клетка – зигота (оплодотворенная яйцеклетка или одноклеточный зародыш). У животных оплодотворению предшествует осеменение, т. е. процесс, обеспечивающий встречу гамет.

У животных различают два типа оплодотворения: моноспермию и полиспермию.

Когда для оплодотворения требуется один сперматозоид, то это моноспермия. Она характерна для иглокожих, млекопитающих и др. Если в яйцо проникает более одного спермия, то это вызывает нарушение процесса развития, уродства.

Если для оплодотворения требуется больше одного сперматозоида, то такой процесс называют полиспермией. Это наблюдается у некоторых членистоногих (насекомые, паукообразные, брюхоногие), моллюсков, хордовых (акуло-

образные и химеровые рыбы), хвостатых амфибий, рептилий и птиц. Для оплодотворения яйца у голубя требуется 15-20 сперматозоидов.

У животных встречается три вида осеменения: 1) наружное; 2) смешанное; 3) внутреннее.

*1. Наружное осеменение.* При наружном осеменении и сперматозоиды, и яйцеклетки попадают во внешнюю среду, где и происходит их взаимодействие и оплодотворение. Лучше всего для этих целей подходит водная среда. Так осуществляется, например, оплодотворение у рыб и бесхвостых амфибий. Рыбы во время нереста чаще всего выметывают икру большими порциями, а самцы тут же поливают ее семенной жидкостью. Такой способ экономически невыгоден. Во время нереста множество икринок могут остаться неоплодотворенными, так как на эту процедуру отпущено очень короткое время. В воде их оболочки быстро затвердевают, становятся непроницаемыми, слияние мужских и женских половых клеток - оплодотворение становится невозможным. Кроме того, половые клетки могут просто не встретиться.

*2. Смешанный тип осеменения.* У хвостатых амфибий наружное оплодотворение более экономично, так как икринки и семенная жидкость упакованы в специальные мешочки, которые попадают в воду, а затем самки захватывают их клоакой, после чего сперматофоры оказываются внутри тела самки. В этих условиях половым клеткам встретиться гораздо проще, и временной фактор не играет существенной роли. У них сперматозоиды из сперматофора проникают в слизистый икряной мешочек и там оплодотворяют яйца. Так происходит осеменение у хвостатых амфибий (тритоны, амбистомы) и др.

*3. Внутреннее осеменение.* При внутреннем осеменении выделяемая самцом семенная жидкость, содержащая сперматозоиды, вводится в половые пути самки. Этот тип осеменения характерен для всех наземных позвоночных (рептилий, птиц и млекопитающих). У человека сперматозоиды достигают оплодотворяющей способности в нижних отделах половых путей мужчины. После эякуляции они быстро поднимаются по половым путям женщины за счет сокращений матки и маточных труб, а собственная их подвижность становится важной на более поздних этапах. Только небольшое число из них достигает места оплодотворения в ампуле трубы, и только один из нескольких миллионов спермиев эякулята оплодотворит яйцеклетку. У наземных животных – внутреннее осеменение, при котором самцы с помощью копулятивных органов вводят сперматозоиды в половые пути самки. У животных сперма может попадать во влагалище или в матку. Влагалищный тип осеменения имеют кролики, крупный рогатый скот, овцы, козы, обезьяны и человек. Маточный тип осеменения имеют свиньи, лошади, собаки, грызуны. Оплодотворение – слияние гамет с образованием зиготы с диплоидным набором хромосом.

Оплодотворению предшествует осеменение – излияние семенной жидкости в половые пути при внутреннем оплодотворении или в среду, где находятся яйцеклетки, при наружном оплодотворении.

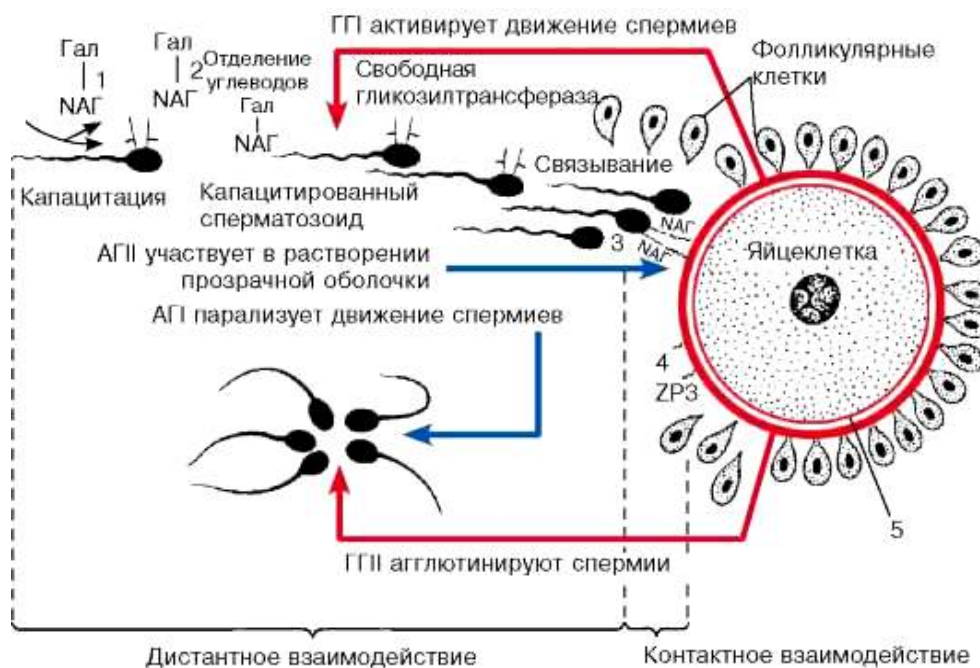
В процессе оплодотворения различают три фазы (рисунок 27):

- 1) дистантное взаимодействие и сближение гамет;
- 2) контактное взаимодействие и активизация яйцеклетки;

3) вхождение сперматозоида в яйцо и последующее слияние – сингамия.  
*Дистантное взаимодействие и сближение гамет.* Обеспечивается совокупностью ряда неспецифических факторов, повышающих вероятность столкновения половых клеток.

Сближению гамет способствуют:

1. Координирование процессов оогенеза и сперматогенеза.
2. Приспособления, обеспечивающие попадание созревших гамет в места, где происходит оплодотворение.



- 1 – сперматозоид и его рецепторы на головке; 2 – отделение углеводов с поверхности головки при капацитации; 3 – связывание рецепторов сперматозоида с рецепторами яйцеклетки; 4 – Zp3 (третья фракция гликопротеинов прозрачной зоны); 5 – плазмолемма яйцеклетки; ГГ1, ГГ2 – гиногамоны; АГ1, АГ2 – андрогамоны; Гал – гликозилтрансфераза; НАГ-N – ацетилглюкозамил

Рисунок 27 – Дистантное и контактное взаимодействие спермиев и яйцеклетки.

3. Факторы, способствующие оплодотворению:

- концентрация спермы. Оптимальная – 40-60 млн. в 1 мл;
- концентрация водородных ионов или pH-среды. В более щелочной среде спермин становятся более подвижными, но менее жизнеспособными;
- концентрация CO<sub>2</sub>. Выделяется самими спермиями;
- тип сперматозоида. Y-спермии более активные, но менее жизнеспособные, чем X-спермии;
- избыточная продукция сперматозоидов. В норме должно быть 150-240 млн. спермиев;
- крупные размеры яйцеклеток. Диаметр яйцеклеток у человека от 100 до 200 мкм, что в среднем составляет 150 мкм.

4. Влияние химических веществ, способствующих сближению и взаимодействию половых клеток. Важную роль в этом играют химические вещества, вырабатываемые половыми клетками, - гамоны: гиногамоны (I, II), вырабатываемые яйцеклетками и андрогамоны (I, II), продуцируемые спермиями. Гиногамоны I (низкомолекулярные вещества небелковой природы, выделяемые яйцеклетками, активизируют движение спермиев. Гиногамоны II (фертилизины) – видоспецифические белки, вызывающие склеивание спермиев при их реакции с комплементарным андрогамоном II, встроенным в цитолему спермия. Склеивание спермиев предохраняет яйцеклетку от проникновения многих спермиев.

Андрогамоны I – антагонисты гиногамонов I – вещества небелковой природы, подавляют подвижность спермиев. Андрогамоны II (белковой природы) участвуют в растворении оболочки яйца.

Попав в женские половые пути во время своего движения, сперматозоид обычно вращается вокруг своей оси. Скорость движения сперматозоида человека может достигать 0,1 мм в 1 с или более 30 см в 1 ч. У человека приблизительно через 1-2 часа после коитуса с эякуляцией первые сперматозоиды достигают ампулярной части фаллопиевой трубы (той части, где происходит оплодотворение). Только каждый 5-й сперматозоид движется в правильном направлении, после эякуляции.

Движение сперматозоидов по половым путям женщины является самостоятельным и осуществляется против движения жидкости, т. е. имеют отрицательный реотаксис. Для осуществления оплодотворения сперматозоидам необходимо преодолеть путь длиной около 20 см (цервикальный канал – около 2 см, полость матки – около 5 см, фаллопиева труба – около 12 см). Среда влагалища является губительной для сперматозоидов, семенная жидкость нейтрализует влагалищные кислоты и частично подавляет действие иммунной системы женщины против сперматозоидов. Из влагалища сперматозоиды движутся по направлению к шейке матки. Направление движения сперматозоид определяет, воспринимая pH окружающей среды. Он движется по направлению уменьшения кислотности от влагалища около pH = 6,0 к шейке матки pH = 7,2. Для успешного оплодотворения в матку должно проникнуть не менее 10 млн. сперматозоидов. Из матки сперматозоиды направляются в фаллопиевы трубы, направление к которым и внутри которых сперматозоиды определяют по току жидкости.

*Контактное взаимодействие и активизация яйцеклетки* включает:

- 1) контактное взаимодействие гамет;
- 2) проникновение спермин в яйцеклетку, которое осуществляется с помощью акросомы и ее ферментов спермолизин. Плазматические мембраны в месте контакта половых клеток сливаются и происходит плазмогамия – объединение цитоплазм обеих гамет.

Сближение половых клеток происходит за счет пассивного движения яйцеклетки (ооцита с оболочками) вместе с током жидкости по яйцеводу к матке и вначале (во влагалище и матке) тоже пассивного, а затем (в яйцеводу) активного движения сперматозоидов.

а) В яйцеводе на относительно больших расстояниях от яйцеклетки направление активного движения сперматозоидов обеспечивается отрицательным реотаксисом – способностью регистрировать направление тока жидкости и двигаться противоположно ему.

б) На малых расстояниях могут иметь значение два других вида таксиса:

*Хемотаксис* – движение сперматозоидов по градиенту концентрации гиногамонов – специальных химических веществ, выделяемых яйцеклеткой;

*Электротаксис* – электрическое взаимодействие между разноименно заряженными белками сперматозоидов и яйцеклетки.

*Капацитация*. Во время перемещения по женским половым путям в сперматозоидах происходит капацитация – процесс активизации. В это время:

а) метаболизм и подвижность сперматозоидов усиливаются;

б) плазмолемма головки теряет некоторые поверхностные гликопротеины, что придает ей способность связываться с внешней оболочкой яйцеклетки, а также лабильность, необходимую для последующего разрыва в ходе высвобождения ферментов акросомы.

Возможно, что капацитацию инициируют гиногамоны II, выделяемые ооцитом, и, вероятно, адреналин (содержащийся в семенной жидкости).

Достигая яйцеклетки (ооцита II), многочисленные сперматозоиды (у млекопитающих) проникают между достаточно рыхло расположенными фолликулярными клетками зернистой оболочки и связываются с блестящей оболочкой. В связывании участвуют специфические рецепторы – как со стороны плазмолеммы головки сперматозоида, так и со стороны блестящей оболочки ооцита. Именно эта специфичность во многом обуславливает трудность или полную невозможность скрещивания животных.

Благодаря биениям жгутиков сперматозоидов образовавшийся комплекс обычно начинает вращаться с частотой четыре оборота в минуту. Одновременно продолжается пассивное поступательное движение в яйцеводе по направлению к матке.

После капацитации следует акросомальная реакция, которая индуцируется только при контакте сперматозоида с клетками яйценосного бугорка (рисунок 28).

Чтобы оплодотворение произошло необходимы, помимо прочего, прогестерон, кальций и, как выяснилось, их белковый посредник. Прогестерон воздействует на порообразующий белок (кальциевый ионный канал CatSper), расположенный на хвостике сперматозоида; это приводит к резкому увеличению его пропускной способности и, соответственно, к быстрому увеличению концентрации  $Ca^{2+}$  в хвостике сперматозоида. После этого запускается кальций-зависимый ответ сперматозоида, приводящий к созреванию и внедрению сперматозоида в яйцеклетку. Прокачивая ионы через мембрану жгутика, CatSper провоцирует и увеличение концентрации кальция в головной части сперматозоида. Дополнительные ионы кальция «заставляют» сперматозоид высвободить содержимое пузырька передней части – акросомы. Содержимое акросомы и «переваривает» защитную оболочку – мужская гамета проникает в яйцеклетку.

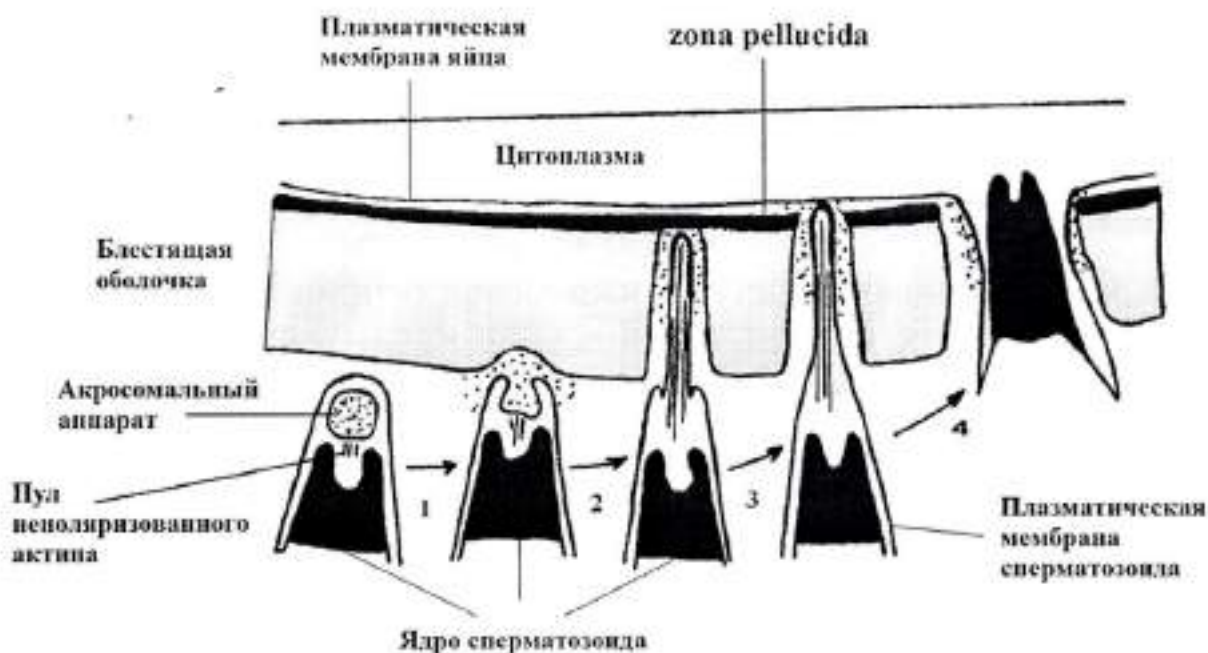


Рисунок 28 – Акрсомная реакция у млекопитающих (А. В. Болотов, 2011).

У всех животных кальций – ключевой элемент во многих процессах, связанных с созреванием половых клеток и оплодотворением. Обнаружение особого мембранного рецептора, напрямую связанного с регуляцией кальция, – важная веха в понимании динамики этих биологических процессов. За счет изменения содержания кальция мужские и женские клетки передают сигналы друг другу. У растений процесс роста пыльцевых трубок к яйцеклетке (по аналогии с движением сперматозоида к яйцу) и последующее оплодотворение также опосредованы изменениями концентрации кальция.

Сперматозоиды млекопитающих просто напичканы белками CRISP (всего четыре разновидности). CRISP всех форм и размеров – это белки, управляющие ионными каналами сперматозоидов и клеток, входящих в структуру мужского полового тракта. Примечательно то, что эти же белки входят в состав яда рептилий.

Ферменты, выделяемые из акросом – пенетраза и коллагеназа осуществляют диссоциацию и удаление оставшихся фолликулярных клеток, спермолизины (акрозин, трипсин, гиалуронидаза), разрушают лучистый венец, расщепляют гликозаминогликаны блестящей оболочки яйцеклетки.

Отделяющиеся фолликулярные клетки склеиваются в конгломерат, который вслед за яйцеклеткой перемещается по трубе благодаря мерцанию ресничек эпителиальных клеток слизистой оболочки. И сперматозоид как бы «пробуривает» для себя собственный узкий канал.

Один из сперматозоидов, а именно тот, который первый преодолел эти оболочки, прикрепляется к плазмолемме яйцеклетки (ооцита II).

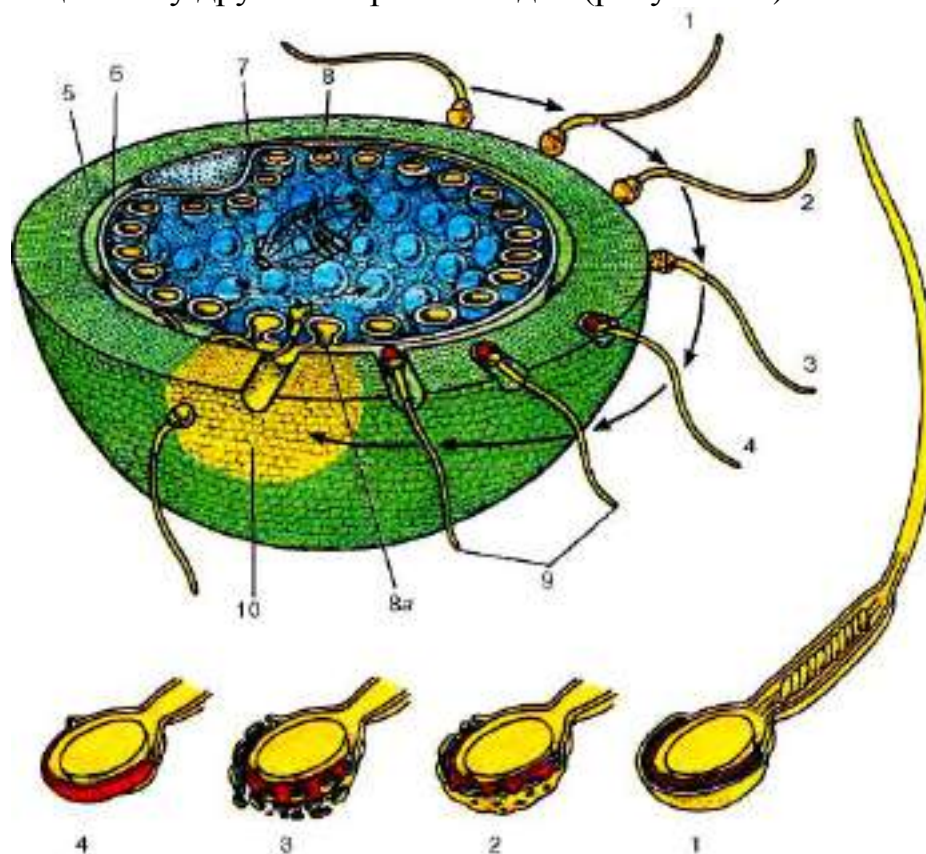
В данном месте образуется выпячивание цитоплазмы яйцеклетки – воспринимающий бугорок.

В ооплазму проникает головка и промежуточная часть хвостового отдела.

После вхождения сперматозоида на периферии ооплазмы происходит уплотнение ее (кортикальная реакция) и образуется оболочка оплодотворения.

Как показано на беспозвоночных, механизм кортикальной реакции включает: приток ионов натрия через участок мембраны сперматозоида, встроенный в поверхность яйцеклетки после завершения акросомальной реакции. В результате отрицательный мембранный потенциал клетки становится слабоположительным. Приток ионов натрия обуславливает высвобождение ионов кальция из внутриклеточных депо и увеличение его содержания в цитоплазме яйцеклетки. Вслед за этим начинается экзоцитоз кортикальных гранул. Освобождающиеся из них протеолитические ферменты разрывают связи между блестящей оболочкой (или желточной оболочкой у амфибий и птиц) и плазмолеммой яйцеклетки, а также между спермиями и прозрачной оболочкой. Кроме того, выделяется гликопротеид, связывающий воду и привлекающий ее в пространство между плазмолеммой и блестящей оболочкой. Вследствие этого формируется перивителлиновое пространство. Наконец, выделяется фактор, способствующий затверждению прозрачной оболочки и образованию из нее оболочки оплодотворения (*membrana fertilisationis*).

*Кортикальная реакция* – один из механизмов, препятствующий проникновению в яйцеклетку других сперматозоидов (рисунок 29).



- 1-4 – стадии акросомной реакции; 5 – *zona pellucida* (прозрачная зона);  
 6 – перивителлиновое пространство; 7 – плазматическая мембрана;  
 8 – кортикальная гранула; 8а – кортикальная реакция;  
 9 – проникновение спермия в яйцеклетку; 10 – зонная реакция

Рисунок 29 – Схема процесса оплодотворения.

Проникновение сперматозоида через несколько минут значительно усиливает процессы внутриклеточного обмена, что связано с активизацией ферментативных систем яйцеклетки, в частности окислительно-восстановительных, а позднее – белковых синтезов. Активация яйцеклетки происходит в результате контакта сперматозоида с яйцеклеткой и заключается в сложных структурных и физико-химических изменениях. Благодаря тому, что участок мембраны сперматозоида проницаем для ионов натрия, последние начинают поступать внутрь яйца, изменяя мембранный потенциал клетки. Затем в виде волны, распространяющейся из точки соприкосновения гамет, происходит увеличение содержания ионов кальция, вслед за чем также волной растворяются кортикальные гранулы. Выделяемые при этом специфические ферменты способствуют отслойке желточной оболочки. У таких животных, как морской еж, костистые рыбы и земноводные, все изменения цитоплазмы сопровождаются морфологическими перестройками. Эти явления получили название расслоения или сегрегации плазмы. Активация яйцеклетки завершается началом синтеза белка на трансляционном уровне, поскольку мРНК, тРНК, рибосомы и энергия были запасены еще в овогенезе. Активация яйцеклетки может начаться и протекать до конца без ядра сперматозоида и без ядра яйцеклетки, что доказано опытами по энуклеации зиготы. Яйцеклетка в момент встречи со сперматозоидом обычно находится на одной из стадий мейоза с помощью специфического фактора. У большинства позвоночных этот блок осуществляется на стадии метафазы 2-го деления; у многих беспозвоночных, а также у трех видов млекопитающих (лошади, собаки и лисицы) блок происходит на стадии диакинеза. В большинстве случаев блок мейоза снимается после активации яйцеклетки вследствие оплодотворения.

Вслед за проникновением спермия в яйцеклетку и усилением окислительно-восстановительных реакций начинается интенсивное перемещение составных частей цитоплазмы (ооплазмы) с образованием зон повышенной концентрации желточных и пигментных гранул, органелл, что носит название ооплазматической сегрегации. Методом маркировки установлено, что в ходе дальнейшего развития каждый участок оплодотворенной яйцеклетки даст начало определенной структуре зародыша.

Такие участки называются презумптивными.

*Сингамия.* Попавшая в яйцеклетку головка спермия поворачивается на  $180^\circ$ , ядро постепенно набухает, округляется, хроматин разрыхляется, и оно превращается в мужской пронуклеус. Центриоли, внесенные мужской половой клеткой, становятся при этом центром движения внутри оплодотворенной яйцеклетки (зиготы).

В то время как в яйцеклетке завершается мейоз, ядро сперматозоида, проникшее в нее, видоизменяется. Оно принимает вид интерфазного, а затем профазного ядра. В это время удваивается ДНК и мужской пронуклеус получает количество наследственного материала, соответствующего  $2c$ , т. е. содержит гаплоидный набор редуцированных хромосом. Ядро яйцеклетки, закончив-



шее мейоз, превращается в женский пронуклеус, также приобретая наследственный материал 2с.

Оба пронуклеуса проделывают сложные перемещения, которые получили название «танца ядер», затем сближаются и сливаются (синкарион), образуя общую метафазную пластинку. Это, собственно, и есть момент окончательного слияния гамет – сингамии. В результате из двух гаплоидных гамет образуется одна диплоидная клетка, называемая зиготой.

Объединение двух пронуклеусов – синкарион (от греч. *sin* – связь, кагуоп – ядро) – приводит к восстановлению характерного для данной особи животного или человека диплоидного набора хромосом. Таким образом, зигота приобретает гены, унаследованные от обоих родителей. В реализации наследственной информации, кроме ядер, половых клеток, важная роль принадлежит цитоплазме клетки. Об этом свидетельствуют эксперименты с пересадкой ядер соматических клеток в яйцеклетку. При этом пол развивающегося организма зависит от половых хромосом. При слиянии яйцеклетки со сперматозоидом, несущим хромосому X, образуется женская особь, а при слиянии со сперматозоидом, имеющим хромосому Y, – мужская особь.

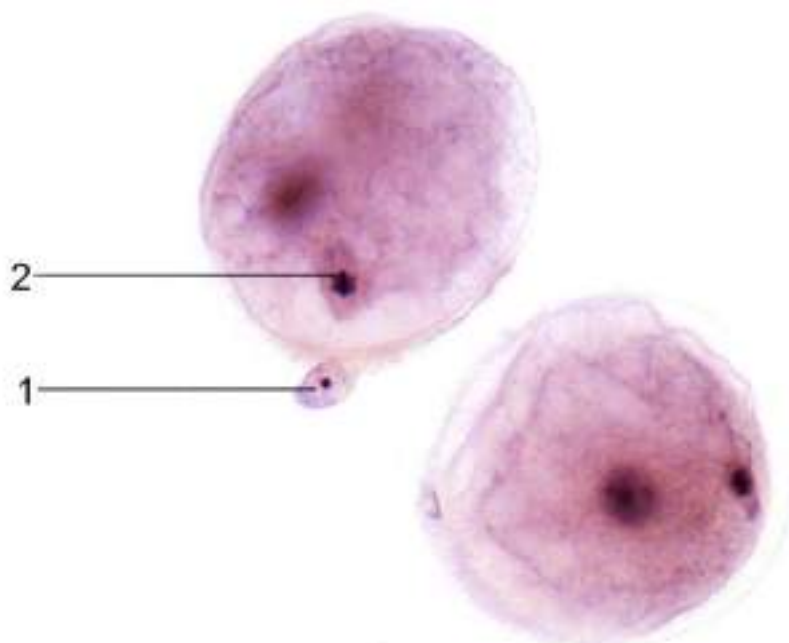
В оплодотворении выделяют фазы:

- внешняя фаза начинается с дистантного взаимодействия гамет и заканчивается образованием оболочки оплодотворения;
- во внутренней фазе выделяют стадии женского и мужского пронуклеусов, синкариона и сингамии.

## 5.2. Микропрепараты для изучения и зарисовки

### 1. *Препарат «Оплодотворение у лошадиной аскариды»* (рисунок 30).

*Описание препарата.* Окраска железным гематоксилином. На малом увеличении видны отдельно лежащие яйцеклетки, между которыми сперматозоиды – мелкие, треугольной формы клетки. Необходимо рассмотреть препарат на большом увеличении и найти различные стадии проникновения сперматозоида. Можно увидеть момент, когда сперматозоид располагается на поверхности яйцеклетки. В месте проникновения просматривается воспринимающий бугорок. Так же можно изобразить картину, когда сперматозоид проник в цитоплазму яйцеклетки. В этом случае видна оболочка оплодотворения на поверхности яйцеклетки. Далее сперматозоид продвигается к центральной части яйцеклетки и приобретает вид тельца с неясными контурами, внутри которого иногда заметны темноокрашивающиеся хромосомы. После проникновения сперматозоида начинается процесс деления созревания яйцеклетки.



1 – сперматозоид на поверхности ооцита; 2 – ядро ооцита

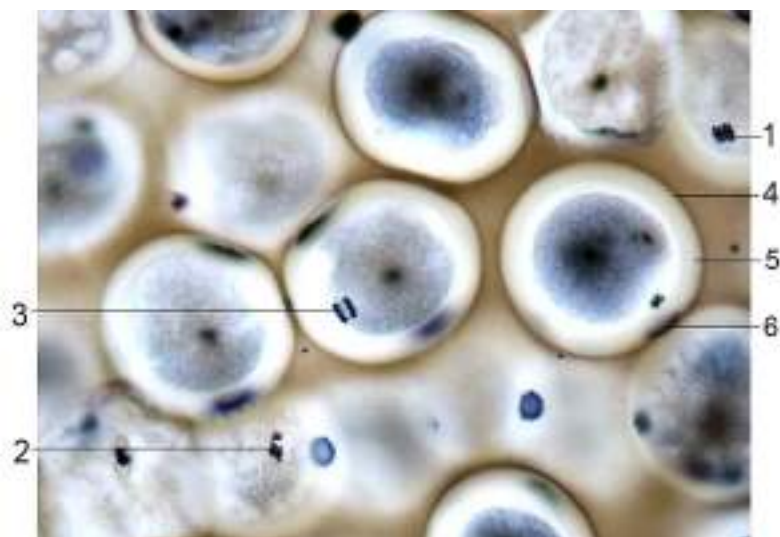
Рисунок 30 – Оплодотворение у лошадиной аскариды (Т. Н. Сергеева, 2014).

*Задание:* зарисовать «Оплодотворение у лошадиной аскариды», обозначить детали.

## **2. Препарат «Деление созревания яйцеклетки лошадиной аскариды» (рисунок 31).**

*Описание препарата.* На препарате представлена матка аскариды в поперечном разрезе. На малом увеличении в ней видно большое количество яйцеклеток округлой формы. Необходимо найти и зарисовать яйцеклетки на разных стадиях делений созревания.

При первом делении созревания в ооците первого порядка виден сперматозоид в виде тельца с неясными контурами, а в хромосомах женского ядра видны хроматиды. В метафазе первого деления хромосомная структура женского ядра представлена двумя тетрадами, образованными попарноспближенными гомологичными хромосомами. В анафазе первого деления гомологичные хромосомы лежат на некотором расстоянии друг от друга: две хромосомы от двух тетрад, состоящие из двух половинок находятся под плазмолеммой, а две другие хромосомы (тоже двойные) лежат в периферической части цитоплазмы. В метафазе второго деления созревания в цитоплазме ооцита второго порядка наблюдается хромосомная структура, называемая диадой, а в перивиттелиновом пространстве – первое редукционное тельце, отделившееся в результате первого деления. В анафазе второго деления мейоза видна хромосомная структура, в которой от каждой диады одна хроматида остается в зрелой клетке (яйцеклетки), а другая отщепится во второе редукционное тельце. При этом первое тельце сморщивается, разделяется на два и оказывается прижатым к оболочке яйца. Сперматозоид в это время начинает преобразовываться в мужской пронуклеус.

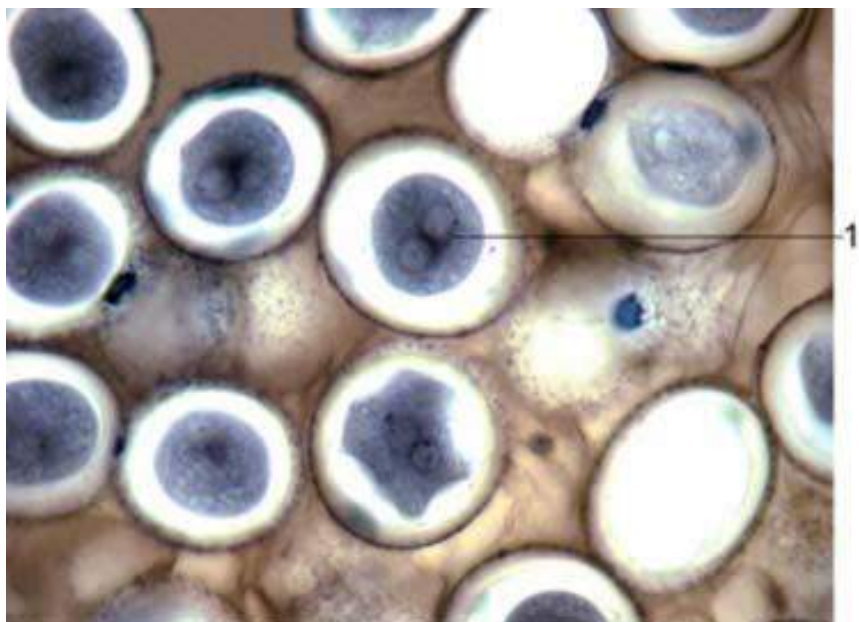


1 – профазы первого деления; 2 – расхождение хромосом в анафазе первого деления; 3 – расхождение хромосом в анафазе второго деления; 4 – оболочка оплодотворения; 5 – перивителлиновое пространство; 6 – редукционное тельце

Рисунок 31 – Деление созревания яйцеклетки лошадиной аскариды (Т. Н. Сергеева, 2014).

*Задание:* зарисовать «Деление созревания яйцеклетки лошадиной аскариды», обозначить детали.

**3. Препарат «Синкарион в яйцеклетках лошадиной аскариды»** (рисунок 32).



1 – соприкасающиеся пронуклеусы

Рисунок 32 – Деление созревания яйцеклетки лошадиной аскариды (Т. Н. Сергеева, 2014).

На малом увеличении в матке аскариды видно значительное количество яйцеклеток. Необходимо найти и зарисовать яйцеклетки, в которых завершился процесс делений созревания. Их цитоплазма содержит два пронуклеуса – ядра мужской и женской половых клеток с гаплоидным набором хромосом. В некоторых яйцеклетках происходит процесс митотического деления, который можно различить по наличию хромосомных структур, характерных для различных стадий деления.

## ТЕМА 6. ДРОБЛЕНИЕ И ЕГО ЗАКОНОМЕРНОСТИ

**Цель работы:** изучение характеристики процесса дробления, правил и закономерностей процесса дробления для разных типов зигот.

**Ход работы:**

1. Изучите теоретический материал по теме (подраздел 6.1).
2. Рассмотрите и зарисуйте обобщенные схемы:
  - а) схема «Радиальное голобластическое равномерное дробление»;
  - б) схема «Полное неравномерное дробление и образование амфибластулы»;
  - в) схема «Спиральное дробление и образование стерробластулы»;
  - г) схема «Билатеральное голобластическое дробление и образование плакулы»;
  - д) схема «Дробление яйца у птиц и образование бластулы»;
3. Работа с микропрепаратами:
  - а) препарат «Полное равномерное дробление зародыша морского ежа»;
  - б) препарат «Дробление яйца лягушки»;
  - в) препарат «Бластула морского ежа».

### 6.1. Характеристика процесса дробления

Дробление – строго координированный процесс, находящийся под генетическим контролем. Образование многоклеточности – первая и основная функция дробления. Другая функция – в увеличении ядерно-плазменного отношения.

Видовые особенности этого процесса определяются двумя основными параметрами:

- 1) количеством и распределением желтка в цитоплазме;
- 2) присутствием в цитоплазме факторов, влияющих на ориентацию митотического веретена и время его образования.

Если желток в яйце распределен неравномерно, то в области, содержащей меньше желтка, клеточные деления идут с большей скоростью, чем в противоположной богатой желтком области (вегетативный полюс). Ядро зиготы в этом случае сдвигается к анимальному полюсу. То есть, можно сказать, следующее – желток подавляет дробление.

Перетяжки, разделяющие дробящуюся зиготу на всё более мелкие клетки (бластомеры), называют бороздами дробления. Борозды дробления делят на следующие виды:

1) меридианная (меридиональная) – проходит через анимально-вегетативную ось зиготы;

2) экваториальная, которая может быть смещена к анимальному полюсу из-за большого количества желтка в вегетативном полюсе, проходит по широте зиготы (поперек) или по экватору зиготы;

3) тангенциальная – проходит параллельно поверхности зиготы, так образуется несколько слоев клеток зародыша.

У зигот, содержащих относительно мало желтка (изолецитальные, мезолецитальные яйца), в процессе деления борозда дробления проходит через всё яйцо, то говорят, что дробление полное, или *голобластическое*.

Зиготы, содержащие много желтка (полилецитальные яйца) и по расположению желтка находящегося в вегетативной области (телолецитальные яйца), в процессе деления борозды дробления не проникают в богатую желтком область цитоплазмы, т. е. не проходят через все яйцо, в этом случае дробление неполное или *меробластическое*.

Однако желток – только один из факторов, оказывающий влияние на характер дробления зиготы. Существуют также унаследованные особенности клеточных делений, которые накладываются на влияние желтка. Это можно увидеть на примере изолецитальных яиц, содержащих очень мало желтка.

*Классификация типов дробления.* Существует несколько типов классификации процесса дробления. По характеру образования и расположению бластомеров:

– *полное (голобластическое)* – характерно для зигот, содержащих мало желтка (мезо- и изолецитальные яйца), при этом борозды дробления проходят через все яйцо, а имеющийся у них желток включается в вегетативные бластомеры;

– *неполное (меробластическое)* – характерно для зигот, содержащих большие запасы белков желтка (полилецитальные яйца), при этом борозды дробления не проникают в богатую желтком область цитоплазмы.

В зависимости от размеров образовавшихся бластомеров:

– *равномерное* – бластомеры на анимальном и вегетативном полюсе имеют одинаковые размеры;

– *неравномерное* – на анимальном полюсе сосредоточены более мелкие бластомеры, чем на вегетативном.

По скорости формирования бластомеров:

– *синхронное* – при одинаковой скорости образования бластомеров на обоих полюсах зиготы;

– *асинхронное* – на анимальном полюсе скорость образования бластомеров выше, чем на вегетативном.

Выделяют четыре основных типа голобластического дробления. Данная классификация основана на взаимном пространственном расположении бластомеров:

– радиальное;

– спиральное;

– билатерально-симметричное;

– неправильное (анархическое).

*Радиальный* тип дробления присущ голобластическим хордовым (ланцетник, круглоротые, осетровые рыбы, амфибии), иглокожим и некоторым другим группам (рисунок 33).

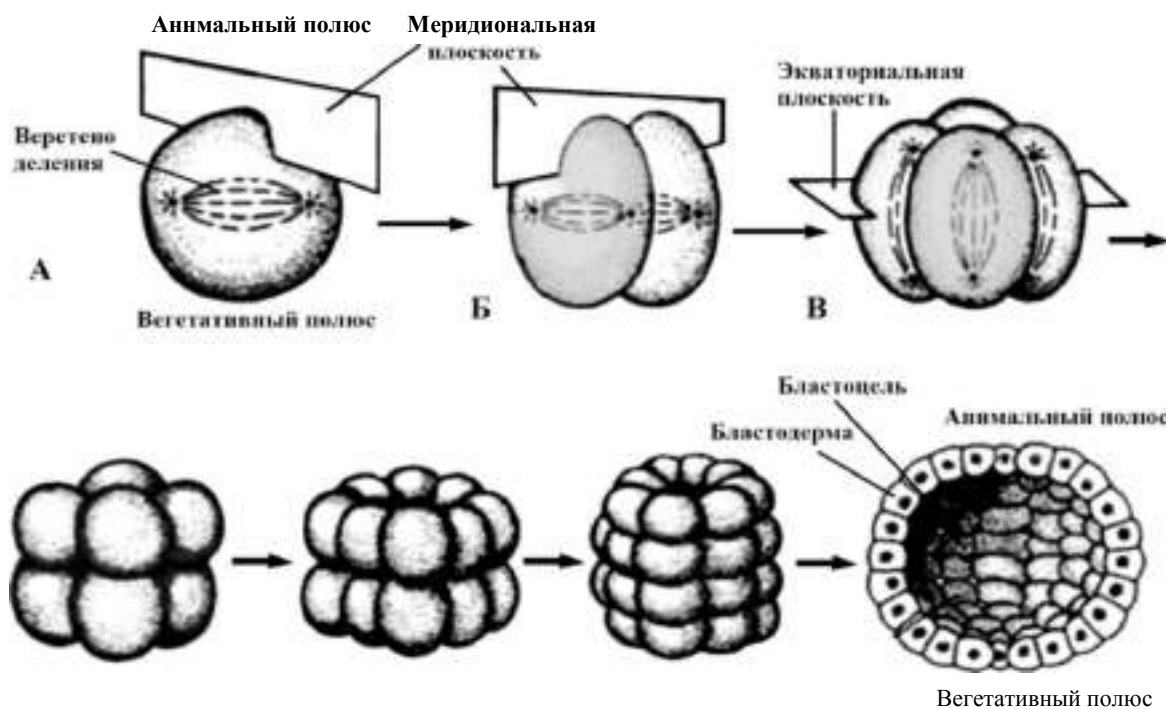


Рисунок 33 – Радиальное голобластическое равномерное дробление (А, Б, В, Г, Д, Е) (ланцетник) и образование бластулы (Ж) (А. В. Болотов, 2011).

При этом типе дробления бластомеры разных широтных ярусов располагаются, по крайней мере, на ранних стадиях, довольно точно один над другим, так что полярная ось яйца служит осью поворотной симметрии.

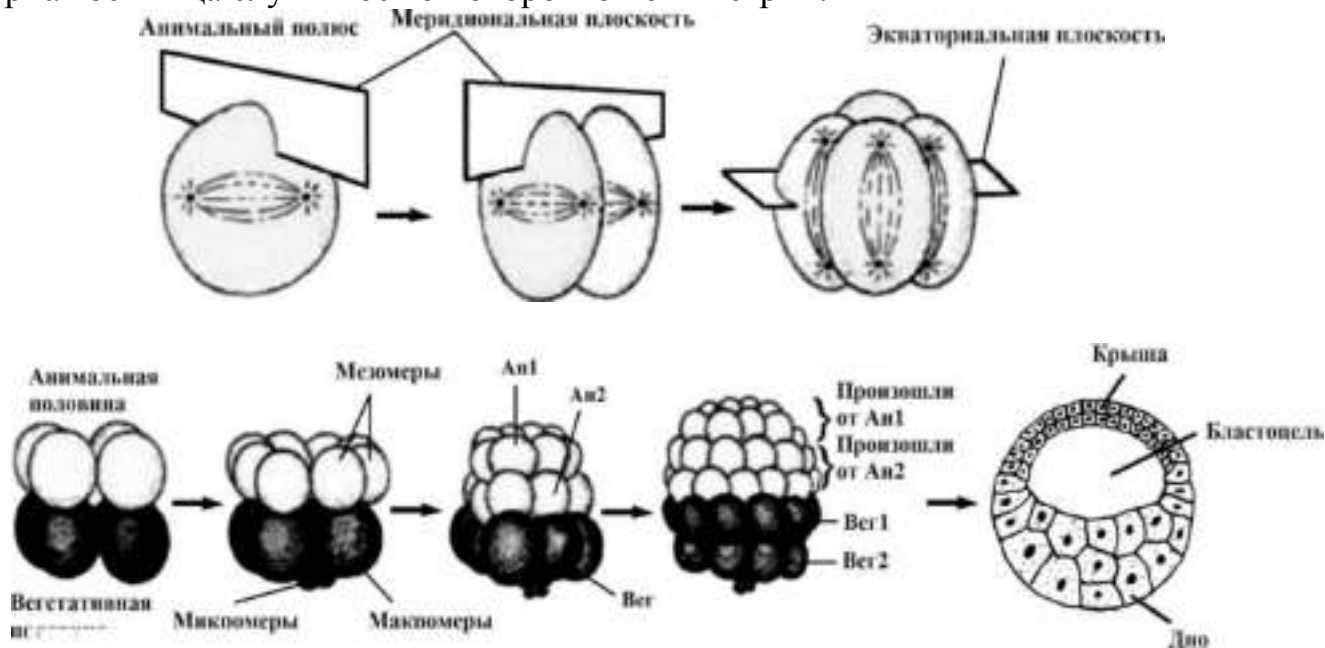


Рисунок 34 – Полное неравное дробление и образование амфибластулы (А. В. Болотов, 2011).

Радиальный равномерный тип дробления характерен для яиц иглокожих. У яйца лягушки наблюдается радиальный неравномерный тип дробления. Борозда первого деления дробления еще не завершила разделения богатой желтком цитоплазмы вегетативного полушария, а борозды второго деления уже закладываются вблизи от анимального полюса. Из-за большой концентрации желтка в вегетативной области борозды третьего деления дробления располагаются значительно ближе к анимальному полюсу. В результате возникают область быстро делящихся бластомеров вблизи анимального полюса и область более медленно делящихся бластомеров вегетативного полюса.

*Спиральный* тип дробления характеризуется потерей элементов симметрии уже на стадии четырех, а иногда и двух бластомеров и присущ беспозвоночным (моллюски, кольчатые и ресничные черви), объединяемым в группу *Spiralia* (рисунок 35). Свое название этот тип дробления получил из-за того, что при взгляде с анимального полюса последовательно отделяющиеся четверки (квартеты) бластомеров поворачиваются относительно анимально-вегетативной оси то в правую, то в левую сторону, как бы образуя при наложении друг на друга спираль.

Знак спирального дробления, его дексио-(право-) или лево-(лево-) тропность, т.е. «закрученность» определяется геномом матери данной особи. Оно во многом отличается от радиального типа дробления. Во-первых, яйца не делятся параллельно или перпендикулярно анимально-вегетативной оси. Плоскости делений дробления ориентированы наклонно, что приводит к спиральному расположению дочерних бластомеров. Во-вторых, число контактов между клетками больше, чем при радиальном дроблении. В-третьих, зародыши со спиральным типом дробления проходят меньше делений до начала гастрюляции. Возникающие таким образом бластулы обычно не имеют бластоцели (стерробластула).

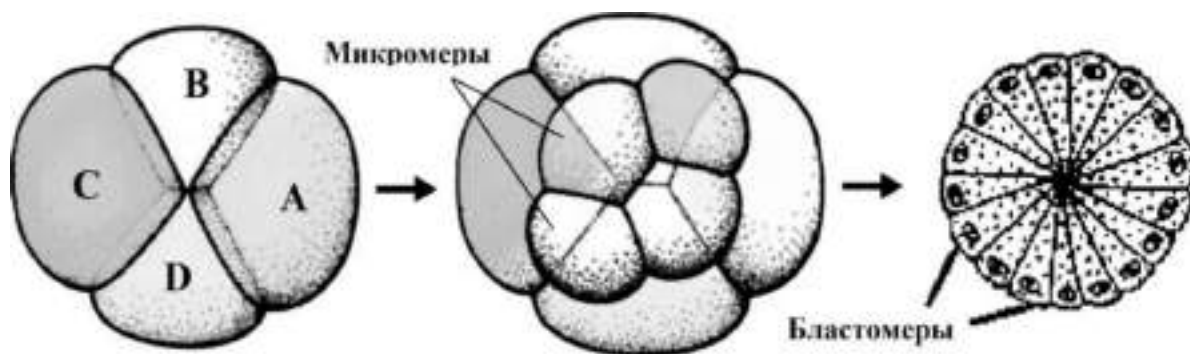


Рисунок 35 – Спиральное дробление и образование стерробластулы (А. В. Болотов, 2011).

*Билатеральный* тип дробления (круглые черви, оболочники) характеризуется наличием одной плоскости симметрии (рисунок 36). Наиболее замечательная особенность этого типа дробления заключается в том, что плоскость первого деления устанавливает единственную плоскость симметрии зародыша. Каждое последующее деление ориентируется по отношению к этой плоскости сим-

метрии так, что половина зародыша по одну сторону от первой борозды представляет собой зеркальное отражение половины зародыша по другую ее сторону. При билатеральном типе дробления формируется одна плоскость симметрии: 1-я борозда проходит экваториально, далее анимальный бластомер делится меридиональной бороздой, а вегетивный – широтной. В результате получается Т-образная фигура из 4-х бластомеров, не обладающая поворотной симметрией. Путем поворота вегетивной пары бластомеров Т-образная фигура преобразуется в ромбическую. Этот поворот происходит в промежутке между делениями, в интерфазе.

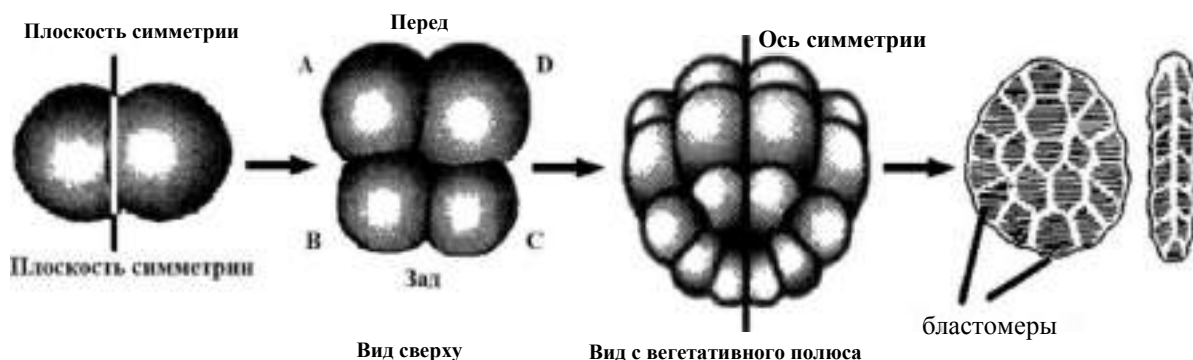


Рисунок 36 – Билатеральное голобластическое дробление и образование плакулы (бластула) (А. В. Болотов, 2011).

*Анархический* тип дробления характерен для кишечноротовых и паразитических плоских червей. Он характеризуется тем, что бластомеры слабо связаны между собой и располагаются неправильными цепочками. При этом они могут распадаться, например, под ударами волн, но из отдельных участков образуются полноценные зародыши. В результате плотного объединения бластомеров друг с другом в конце дробления образуется морула.

Основными типами меробластического дробления являются:

- поверхностное;
- дискоидальное.

При *поверхностном* дроблении после слияния пронуклеусов ядро зиготы делится на много ядер, которые с небольшим количеством цитоплазмы по цитоплазматическим мостикам переходят во внешний слой свободной от желтка цитоплазмы (периплазму) и равномерно там распределяются (речь идёт о центролецитальных яйцеклетках). Здесь ядра еще несколько раз синхронно делятся, располагаясь довольно близко друг к другу. На этой стадии, еще до возникновения клеточных перегородок (т.н. синтициальной бластодермы), ядра окружаются особыми структурами из микротрубочек, затем деление ядер становится асинхронным, между ними формируются клеточные перегородки и образуется базальная мембрана, отделяющая периплазму от центральной массы желтка. Борозды дробления появляются, но они не заходят глубоко в яйцо. Возникший поверхностный слой клеток называется клеточной бластодермой. Этот тип дробления характерен для большинства насекомых.



*Дискоидальный* тип дробления присущ оплодотворенным полилецитальным и телолецитальным яйцеклеткам рыб, рептилий и птиц (рисунок 37).

Первые две борозды проходят перпендикулярно друг другу, но далее строгий порядок прохождения борозд нарушается. При этом на бластомеры делится лишь тонкий диск цитоплазмы (бластодиск), расположенный на анимальном полюсе.

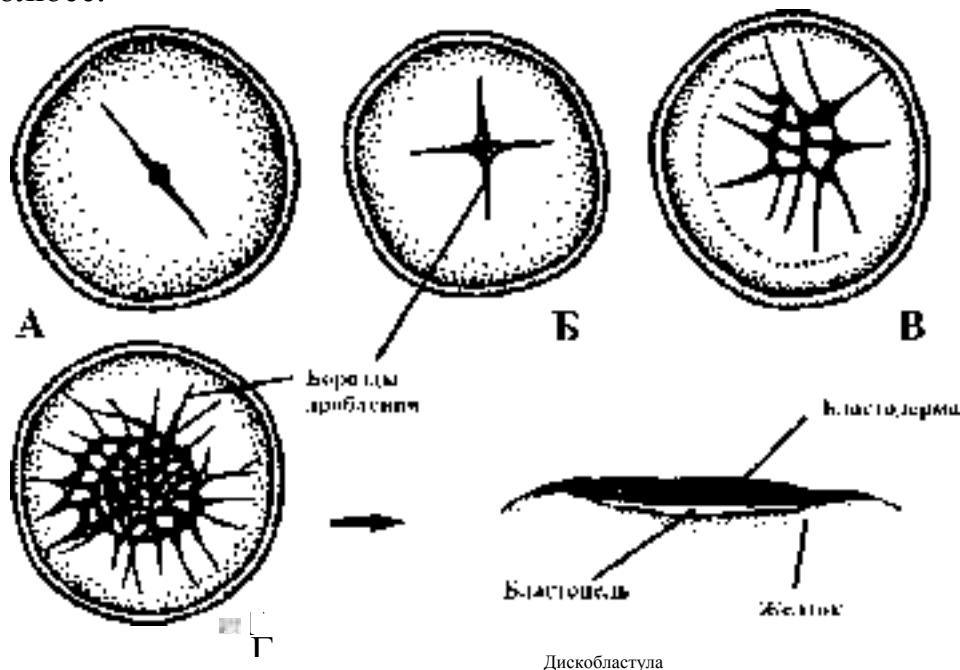


Рисунок 37 – Дробление яйца у птиц (А, Б, В, Г) и образование бластулы (Д) (А. В. Болотов, 2011).

## 6.2. Микропрепараты для изучения и зарисовки

**1. Препарат «Полное равномерное дробление зародыша морского ежа»** (рисунок 38).

Окраска гематоксилином. Увеличение малое.

*Задание:* найти зародыш на стадии двух, четырех, восьми бластомеров. Обратите внимание на примерно равную величину бластомеров и на то, что количество их возрастает в геометрической прогрессии. Обозначить бластомеры.

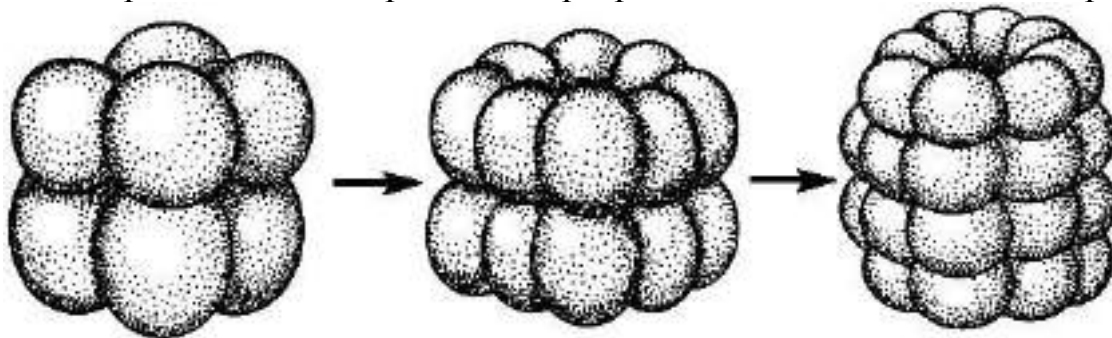


Рисунок 38 – Полное равномерное дробление зародыша морского ежа (по Гилберту).

**2. Препарат «Бластула амфибии»** рисунок 39.

Окраска пикрофуксином. На малом увеличении видно массивное, состоящее из крупных бластомеров дно бластулы. Крыша бластулы построена из множества мелких бластомеров, между ними расположены краевая зона и смещенная в направлении крыши бластулы полость – бластоцель. Обратит внимание на многослойность бластодермы.

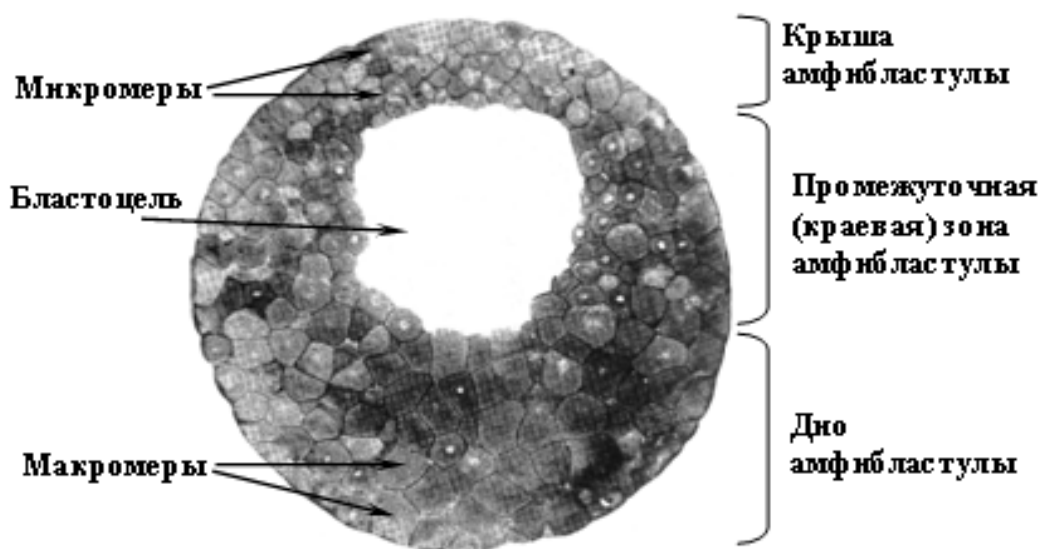


Рисунок 39 – Бластула амфибии.

**Задание:** зарисовать разрез бластулы амфибии, обозначить детали строения.

**Вопросы и задания для самоконтроля**

1. Общая характеристика стадии дробления (раннее, среднее, позднее). Биологическое значение дробления.
2. Правила Гертвига – Сакса, описывающие закономерности дробления для разных типов зигот.
3. Общая характеристика типов дробления: радиальное, билатеральное, спиральное, анархическое.
4. Характеристика процесса дробления асцидий, ланцетника, амфибий, птиц, млекопитающих.
5. Характеристика бластул в зависимости от количества желтка и типа дробления.
6. Заполнить таблицу 2

Таблица 2 – Классификация бластул

Название бластулы	Кол-во желтка в зиготе	Тип дробления	Особенности строения
Целобластула			
Амфибластула			
Перибластула			
Дискобластула			

## ТЕМА 7. ХАРАКТЕРИСТИКА И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ГАСТРУЛЯЦИИ

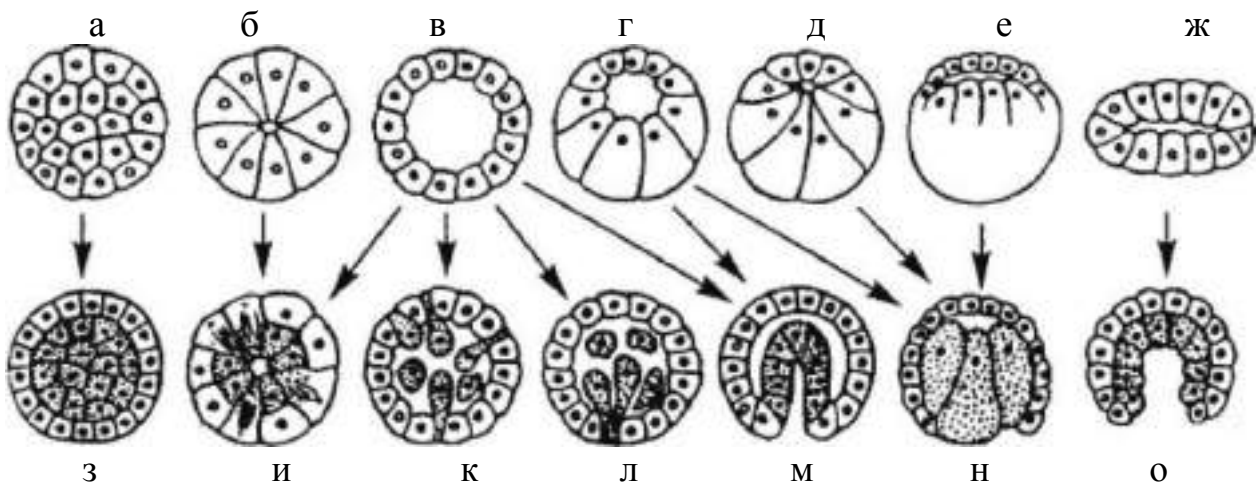
**Цель работы:** изучение характеристики процесса гастрюляции, правил и закономерностей процесса гастрюляции для разных типов бластул.

**Ход работы:**

1. Изучите теоретический материал по теме.
2. Рассмотрите и зарисуйте обобщенные схемы и рисунки:
  - а) рисунок «Типы бластул и связанные с ними типы гастрюляции»;
  - б) рисунок «Эпиболия»;
  - в) схема «Процесс инвагинации»;
  - г) схема «Процесс инволюции»;
  - д) рисунок «Иммиграция»;
  - е) рисунок «Деламинация».
3. Работа с микропрепаратами:
  - а) препарат «Гастрюла лягушки».

### 7.1. Характеристика и типы гастрюляции

Гастрюляция – это интегрированный процесс миграции клеток и тканей, приводящий к резкому перераспределению клеток бластулы. Бластула состоит из большого числа клеток, локализация которых определяется в период дробления. Во время гастрюляции эти клетки занимают новое положение и приобретают новых соседей. В этот период устанавливается план строения многослойного тела животного. Клетки, которые в будущем образуют энтодермальные и мезодермальные органы, попадают внутрь зародыша, тогда как клетки, из которых возникнут кожа и нервная система, распространяются по его поверхности.



а – равномерная морула, б – равномерная стерробластула, в – равномерная целобластула, г – неравномерная целобластула, д – неравномерная стерробластула, е – дискобластула, ж – плакула, з – морульная деламинация, и – клеточная деламинация, к – мультиполярная иммиграция, л – униполярная иммиграция, м – инвагинация, н – эпиболия, о – изгибание плакулы

Рисунок 40 – Типы бластул и связанные с ними типы гастрюляции (А. А. Присный, 2011).

Таким образом, три зародышевых листка впервые формируются в процессе гастрюляции. Кроме того, в этот период создаются условия для взаимодействия между ними. Движения гастрюляции охватывают всего зародыша, и миграции клеток в одной его части должны быть очень точно координированы с происходящими одновременно движениями в другой. Характер гастрюляции в животном царстве очень сильно варьирует, однако осуществляется она при участии сравнительно немногочисленных механизмов. Гастрюляция осуществляется посредством интенсивных морфогенетических движений (рисунок 40).

В зависимости от типа бластулы и от того, какое из морфогенетических движений преобладает, различают следующие способы гастрюляции:

а) эпиболия – представляет собой движение эпителиальных пластов клеток (обычно эктодермальных), которые распространяются как одно целое, а не индивидуально и окружают глубокие слои зародыша (рисунок 41).

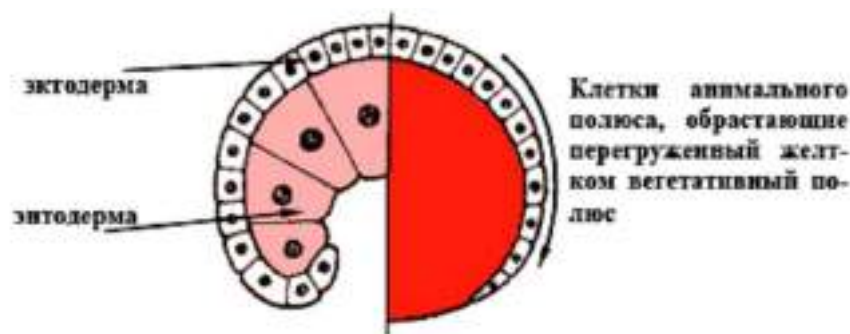


Рисунок 41 – Эпиболия (А. А. Присный, 2011).

Другими словами, происходит обрастание мелкими клетками анимального полюса более крупных, отстающих в скорости деления и менее подвижных, клеток вегетативного полюса.

Формирование эпиболической гастрюлы ярко выражено у земноводных и некоторых организмов с резко телолецитальным строением яиц. В результате у зародышей таких животных бластопор отсутствует и архентерон не формируется. Только впоследствии, когда макромеры делясь становятся меньшего размера, образуется полость – формируется зачаток первичного кишечника.

б) инвагинация – представляет собой вворачивание участка клеточной стенки зародыша подобно тому, как вдавливается внутрь мягкая стенка резинового мяча, когда на него нажимают. При инвагинации механическая целостность стенки бластулы не нарушается. Впячивание одного из участков бластодермы внутрь осуществляется целым пластом (рисунок 42).

У ланцетника впячиваются клетки вегетативного полюса, а у земноводных инвагинация происходит на границе между анимальным и вегетативным полюсом в области серого серпа. Процесс инвагинации возможен только в яйцах с небольшим или средним количеством желтка. В результате образуется двухслойный мешок, наружной стенкой которого является первичная эктодерма, а внутренней – первичная энтодерма. Бластоцель постепенно вытесняется, в ходе впячивания образуется гастроцель – первичный кишечник или архентерон,

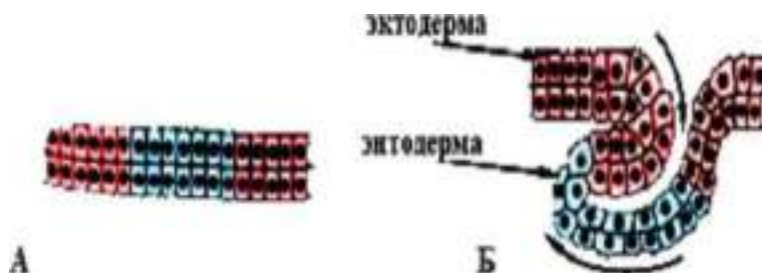
а отверстие при помощи которого он сообщается с внешней средой, называют бластопором или первичным ртом. Последний со всех сторон окружен губами бластопора. Судьба бластопора у разных животных неодинакова. У многих животных первичный рот, развиваясь и дифференцируясь, превращается в definitivoный рот взрослого организма – первичноротые (черви, моллюски и членистоногие). Не менее обширна группа вторичноротых, у которых бластопор превращается в анальное отверстие (щетинкочелюстные, плеченогие, иглокожие, кишечнодышащие) или в нервно-кишечный канал, находящийся в заднем конце эмбриона (хордовые).



А – движение пласта клеток, Б – инвагинационная гастрюла

Рисунок 42 – Схема процесса инвагинации (А. А. Присный, 2011).

в) инволюция – вворачивание внутрь зародыша увеличивающегося в размерах наружного пласта клеток, который распространяется по внутренней поверхности остающихся снаружи клеток (рисунок 43).



А – исходный пласт клеток, Б – движения клеточного пласта в ходе инволюции

Рисунок 43 – Схема процесса инволюции (А. А. Присный, 2011).

г) ингрессия (иммиграция, выселение) – представляет собой наиболее древний способ гастрюляции, открытый И. И. Мечниковым (1886). Иммиграционная гастрюла характерна для многих кишечнополостных. Она развивается вследствие активного выселения (ингрессии) части клеток стенки бластулы внутрь бластоцеля (рисунок 44). Это выселение клеток может происходить как с одного (вегетативного) полюса – униполярная иммиграция, так и с двух противоположных (анимального и вегетативного) полюсов – биполярная иммиграция.

Иногда процессы иммиграции идут без особого порядка по всей поверхности бластулы – мультиполярная иммиграция. Выселившиеся клетки позднее образуют внутренний слой гастротрулы – энтодерму. Таким образом, как и в ходе инвагинации зародыш становится двухслойным. Униполярная иммиграция характерна почти для всех гидромедуз, особенно тех, которым свойственна плавающая целобластула. Би- и мультиполярная иммиграция, напротив, встречаются гораздо реже. У многих кишечнополостных, которым свойственна иммиграционная гастротрула, происходит столь массовое, активное выселение клеток бластодермы, что бластоцель полностью заполняется их плотной массой и исчезает. Важной особенностью иммиграционной гастротрулы является отсутствие бластопора, а значит, нет и характерного для инвагинационной гастротрулы сообщения гастротрели с внешней средой.

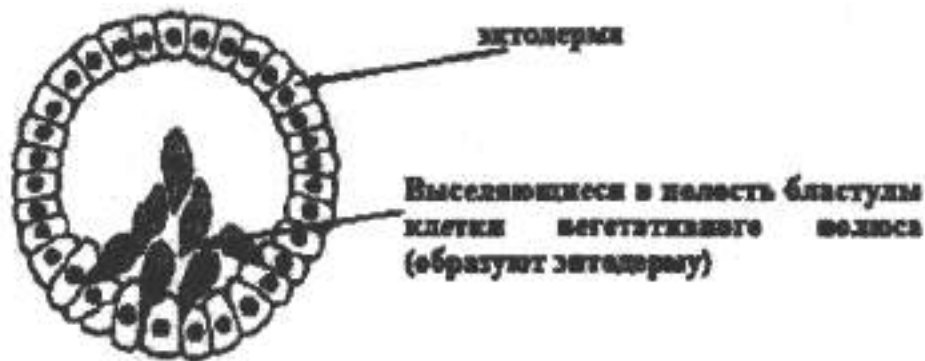


Рисунок 44 – Схема процесса иммиграции (А. А. Присный, 2011).

При иммиграции происходит перемещение отдельных клеток или групп клеток, не объединенных в единый пласт. Иммиграция, в том или ином виде, встречается у всех зародышей, но в наибольшей степени характерна для второй фазы гастротруляции высших позвоночных (птиц и млекопитающих).

д) деламинация – расщепление единого клеточного пласта на два более или менее параллельных (в тех случаях, когда дробление заканчивается образованием бластулы с невыраженной или почти отсутствующей полостью), например морулы у некоторых кишечнополостных. Каждая клетка, образующая бластодерму, путем митотического деления расщепляется и отшнуровывает второй слой (рисунок 45).

При деламинации клеточные перемещения практически отсутствуют. Этот тип гастротруляции ограничивается выравниванием внутренних стенок клеток наружного слоя, причем такое выравнивание нередко идет волной от одной соседней клетки к другой. Вдоль выровненных поверхностей формируется базальная мембрана, отделяющая внешний клеточный слой (эктодерму) от внутренней массы клеток, которая вся становится энтодермой. Деламинацию можно наблюдать у зародышей с неполным типом дробления, таких как пресмыкающиеся, птицы, низшие млекопитающие.



Рисунок 45 – Деламинация (А. А. Присный, 2011).

В чистом виде указанные способы гастрюляции встречаются крайне редко. В каждом конкретном случае эмбриогенеза, как правило, сочетаются несколько типов движений.

*Теория зародышевых листков.* Прежде чем подробно остановиться на гастрюляции у представителей различных таксономических групп, следует рассмотреть понятие зародышевого листка. Оно введено Карлом Эрнстом фон Бэром (1792-1876), открывшим зародышевые листки у куриного эмбриона. Позднее выяснилось, что у всех позвоночных образование определенных органов можно связать с тремя зародышевыми листками.

Эктодерма дает эпидермис и его производные (например, железы, волосяной покров, перья), нервную систему, чувствительный эпителий, производные нервного гребня.

Мезодерма образует мускулатуру, скелет, сосудистую систему, выделительный аппарат, соматическую часть гонад.

Из энтодермы возникают пищеварительный тракт и связанные с ним органы (например, печень, поджелудочная железа, легкие).

Однако эксперименты показали, что подобная классификация является слишком жесткой и схематичной и придавать ей универсальное значение нельзя. Так, область мезодермы ранней гастрюлы после изоляции может давать эктодермальные и энтодермальные закладки, а эктодерма гастрюлы под влиянием мезодермальных индукторов приобретает компетенцию к образованию мезодермальных органов. Эктодермальный нервный гребень дает начало не только эктодермальным типам клеток (например, ганглиям спинного мозга), но также хрящам и костям висцерального скелета, тогда как остальной скелет головы и туловища развивается из мезодермы. Кроме того, в многочисленных органогенезах тесно взаимодействуют два зародышевых листка (печень и легкие: энтодерма и мезодерма). И, наконец, клетки зародышевого пути, мигрирующие сквозь зародышевые листки, не удастся причислить ни к одному из них.

Вместе с тем главное положение классической теории зародышевых листков, согласно которому основной план строения тела многоклеточных всегда согласуется с двумя-тремя малодифференцированными зачатками, указывающими на филогенетическую общность этих животных, вполне оправдано и полезно при описании взаимосвязей в процессе развития. Однако в настоящее время зародышевые листки не считаются строго специализированными. Грани-

цы между ними постоянно нарушаются за счет широких потенциальных возможностей клеток в ходе индивидуального развития.

## 7.2. Микропрепараты для изучения и зарисовки

### 1. Препарат «Гаструла лягушки» (рисунок 46).

*Описание препарата.* Сагиттальный разрез. Окраска гематоксилином и пикрофуксином. Препарат следует ориентировать спинной стороной зародыша кверху (на этой стороне наиболее четко обозначена складка обрастания) и изучить при малом увеличении. В зависимости от степени завершенности процесса гастрюляции различают раннюю, среднюю и позднюю гастрюлу. На срезе ранней гастрюлы (А) видны два зародышевых листка – эктодерма (1) и энтодерма (2) и первичная полость тела – бластоцель (3). Эктодерма покрывает большую часть наружной поверхности зародыша, многослойна, состоит из пигментированных клеток. Энтодерма в основном находится внутри зародыша, представлена крупными клетками, содержащими желточные включения. Эктодерма и энтодерма образовались вследствие обрастания более активной анимальной половиной бывшей бластулы ее вегетативной половины. Этот процесс быстрее распространился по спинной стороне зародыша, где край обрастания становится дорзальной губой (4) бластопора – зародышевого отверстия.

На брюшной стороне зародыша край обрастания заметен слабее и представлен едва намечающейся вентральной губой (5) бластопора. Между губами бластопора находится несколько выступающая из зародыша желточная пробка (6), состоящая из крупных энтодермальных клеток. В месте границы серого серпа бывшей зиготы с ее вегетативной частью находится небольшое углубление – зачаток полости первичной кишки (7). На тотальном препарате это углубление представлено серповидной бороздкой, возникшей вследствие инвагинации и иммиграции части клеток будущей хорды и энтодермы. На срезе средней гастрюлы (Б) видна возникшая вследствие удлинения и углубления серповидной бороздки полость первичной кишки – гастроцель. Крыша гастроцели (8) образована подвернувшимся через дорзальную губу бластопора материалом серого серпа, представляющим зачаток спинной струны или хорды. Дно (9) первичной кишки образовано клетками вегетативного полюса бывшей бластулы. Эти клетки образуют также тонкую перегородку (10), отделяющую бластоцель от гастроцели. Таким образом, на этой стадии внутрь зародыша переместился материал серого серпа и кепигментированных клеток вегетативной части бластулы. На срезе поздней гастрюлы (В) гастроцель увеличена в размере, бластоцель в виде узкой щели смещена к периферии, зачаток хорды свернут в плотный тяж вакуолизированных клеток, вентральная и дорзальная губы бластопора четко обозначены; боковые губы, складка обрастания, замкнутая по кругу, видны в общем виде только на тотальном препарате. Материал «краевой» зоны бывшей бластулы, подвернувшийся через боковые губы бластопора, распространяется внутрь зародыша и дает начало среднему зародышевому листку – мезодерме (11). В отличие от ланцетника мезодерма амфибий перемещается вперед и вентрально между эктодермой и энтодермой и не входит в состав



стенки первичной кишки. Материал будущей хорды погружается вглубь зародыша, поэтому первичная кишка некоторое время оказывается незамкнутой на своей дорсальной стороне. Бластопор (12) в отличие от ланцетника прикрыт желточной пробкой и имеет вид узкой щели, расположенной между желточной пробкой и дорсальной губой.

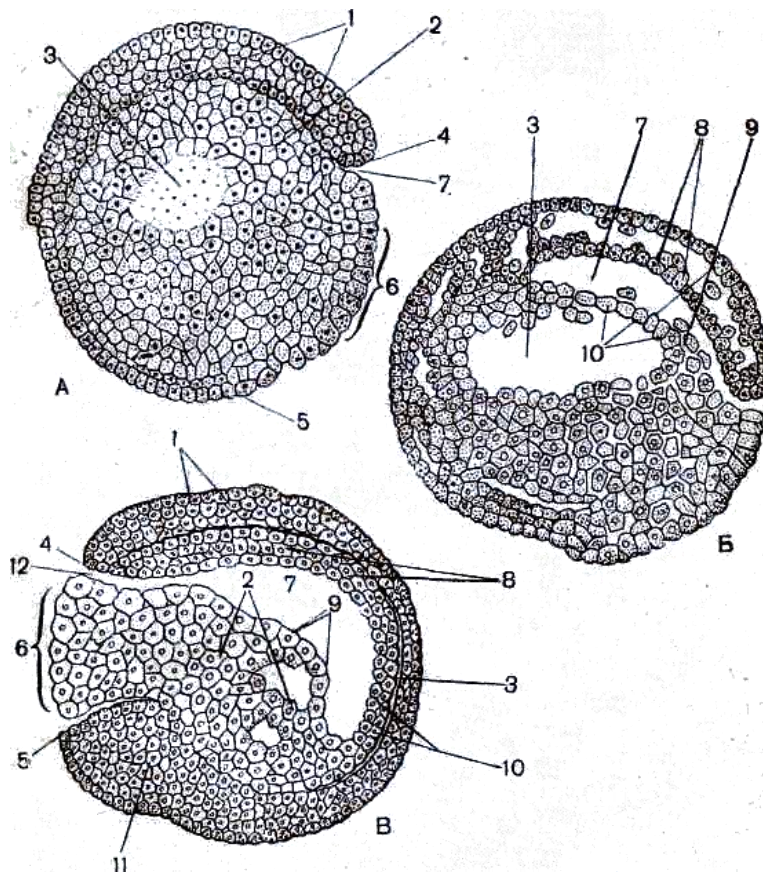


Рисунок 46 – Гастроула лягушки.

*Задание:* зарисовать и обозначить детали строения.

### Вопросы и задания для самоконтроля

1. Общая характеристика стадии гастрюляции (ранняя, средняя, поздняя). Биологическое значение дробления.
2. Способы гастрюляции в зависимости от структуры бластулы.
3. Способы закладки мезодермы.
4. Карта презумптивных зачатков гастрюлы ланцетника.
5. Заполните таблицу 3.

Таблица 3 – Характеристика способов гастрюляции Хордовых.

Название класса	Тип яйцеклетки	Тип бластулы	Способы гастрюляции
Ланцетники			
Рыбы			
Земноводные			
Птицы и Рептилии			
Млекопитающие			

## ТЕМА 8. ГИСТО- И ОРГАНОГЕНЕЗ

**Цель работы:** изучение характеристики процессов гисто - и органогенеза, правила и закономерности процессов.

**Ход работы:**

1. Познакомьтесь с теоретическим материалом по теме (подраздел 8.1).
2. Рассмотрите и зарисуйте обобщенные схемы:
  - а) схема «Дифференцировка зародышевых листков»;
  - б) схема «Нейруляция у зародыша человека»;
  - в) схема «Зародыш человека на стадии образования туловищной складки и внезародышевых органов».

### 8.1. Характеристика процессов гисто - и органогенеза, правила и закономерности процессов

Дифференцировка зародышевых листков и мезенхимы начинается в конце 2-й – начале 3-й недели. У человека одна часть клеток преобразуется в *зачатки тканей и органов зародыша*, другая – во *внезародышевые органы*.

Формирование тканевых зачатков происходит на основе процессов детерминации и коммитирования.

Детерминация – генетически запрограммированный путь развития клеток и тканей. В основе его лежат стойкие изменения репрессии (блокирование) и дерепрессии (деблокирование) генов, определяющие специфику синтеза иРНК и белков. Детерминированность в эмбриогенезе появляется не сразу. В эмбриональных зачатках в стадии гастрюляции клетки недостаточно детерминированы и поэтому являются источниками развития нескольких тканей. Коммитирование – ограничение возможных путей развития клеток. Оно совершается последовательно: сначала преобразуются крупные участки генома, детерминирующие наиболее общие свойства клеток, а позднее – более частные свойства.

В первичных зачатках зародышевых и внезародышевых органов продолжают процессы дифференцировки, приводящие к образованию тканевых зачатков.

*Дифференцировка* – это изменения в структуре клеток, связанные с их функциональной специализацией, обусловленные активностью определенных генов. Различают 4 основных этапа дифференцировки. *Первый этап* – оотипическая дифференцировка, когда материал будущих зачатков представлен презумптивными участками цитоплазмы яйцеклетки или зиготы; *второй этап* – бластомерная дифференцировка, когда различие в клеточном материале устанавливается уже в первых бластомерах; *третий этап* – зачатковая дифференцировка, которая выражается в появлении обособленных участков – зародышевых листков (стадия ранней гастрюлы); *четвертый этап* – гистогенетическая дифференцировка зачатков тканей (стадия поздней гастрюлы), когда в пределах одного зародышевого листка появляются зачатки различных тканей, например в сомитах мезодермы. В основе генетической дифференцировки лежит процесс дифференцировки и специализации клеток зародышевых листков.

Эмбриональный гистогенез – процесс возникновения специализированных тканей из малодифференцированного клеточного материала эмбриональных зачатков, происходящий в течение эмбрионального развития организма. *Эмбриональные зачатки* – источники развития тканей и органов в онтогенезе, представленные группами более или менее многочисленных малодифференцированных (неспециализированных) клеток, межклеточного вещества зачатки не имеют.

Гистогенез сопровождается размножением и ростом клеток, их перемещением – миграцией, дифференцировкой клеток и их производных, межклеточными и межтканевыми взаимодействиями – корреляциями, отмиранием клеток. На разных этапах индивидуального развития могут иметь преимущественное значение те или иные из перечисленных компонентов.

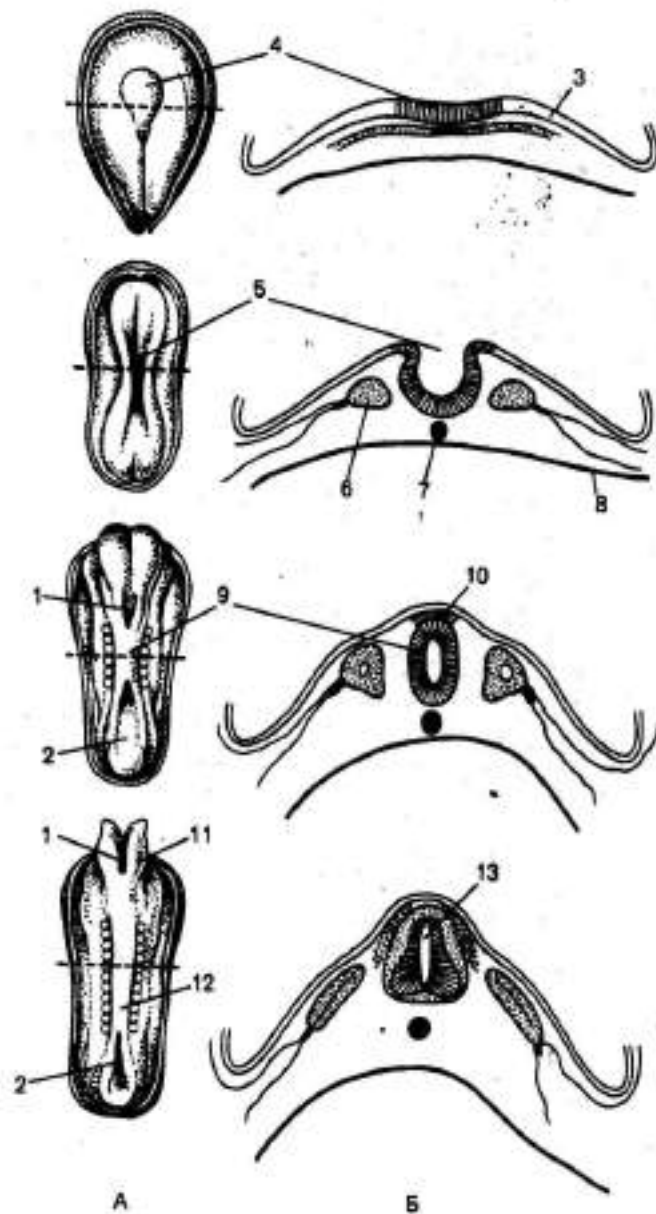
В процессе гистогенетической дифференцировки происходят специализация тканевых зачатков и формирование различных видов тканей. При дифференцировке клеток из исходной *стволовой клетки* образуют *диффероны* – последовательные ряды клеток (стволовые диффероны). Количество дифферонов в каждом виде тканей может быть различным (рисунок 47).

Результатом гистогенетических процессов является формирование основных групп тканей – эпителиальных, крови и лимфы, соединительных, мышечных и нервных.

*Дифференцировка первичной эктодермы.* При дифференцировке первичной эктодермы (*эпибласт*) образуются *зародышевые части* – кожная эктодерма, нейроэктодерма, плакоды, прехордальная пластинка, материал первичной полоски и *внезародышевая эктодерма*, являющаяся источником образования эпителиальной выстилки амниона. Меньшая часть эктодермы, расположенная над хордой (*нейроэктодерма*), дает начало дифференцировке *нервной трубки* и *ганглиозной пластинки*. Из большей части зародышевой эктодермы образуется *кожная эктодерма*, дающая начало многослойному плоскому эпителию кожи (*эпидермис*) и ее производных, эпителию роговицы и конъюнктивы глаза, эпителию органов ротовой полости, эмали и кутикулы зубов, эпителию анального отдела прямой кишки, эпителиальной выстилке влагалища (вторичной). Часть клеток выселяется в зачаток гипобласта, участвуя в образовании энтодермы.

Индуктором развития нейроэктодермы является хорда, над которой сначала образуется утолщение в виде пластинки (нервная пластинка), а далее она начинает инвагинировать, образуя последовательно желобок и трубку.

Нейруляция – процесс образования нервной трубки – протекает по времени неодинаково в различных частях зародыша (рисунок 47). Замыкание нервной трубки начинается в шейном отделе, а затем распространяется кзади и несколько замедленнее в краниальном направлении, где формируются мозговые пузыри. Примерно на 25 сутки нервная трубка полностью замыкается, с внешней средой сообщается только два незамкнувшихся отверстия на переднем и заднем концах – передний и задний невропоры. задний невропор соответствует нейрокишечному каналу, через 5-6 суток оба невропора зарастают. Из нервной трубки образуются нейроны и нейроглия головного и спинного мозга, сетчатки глаза и органа обоняния.



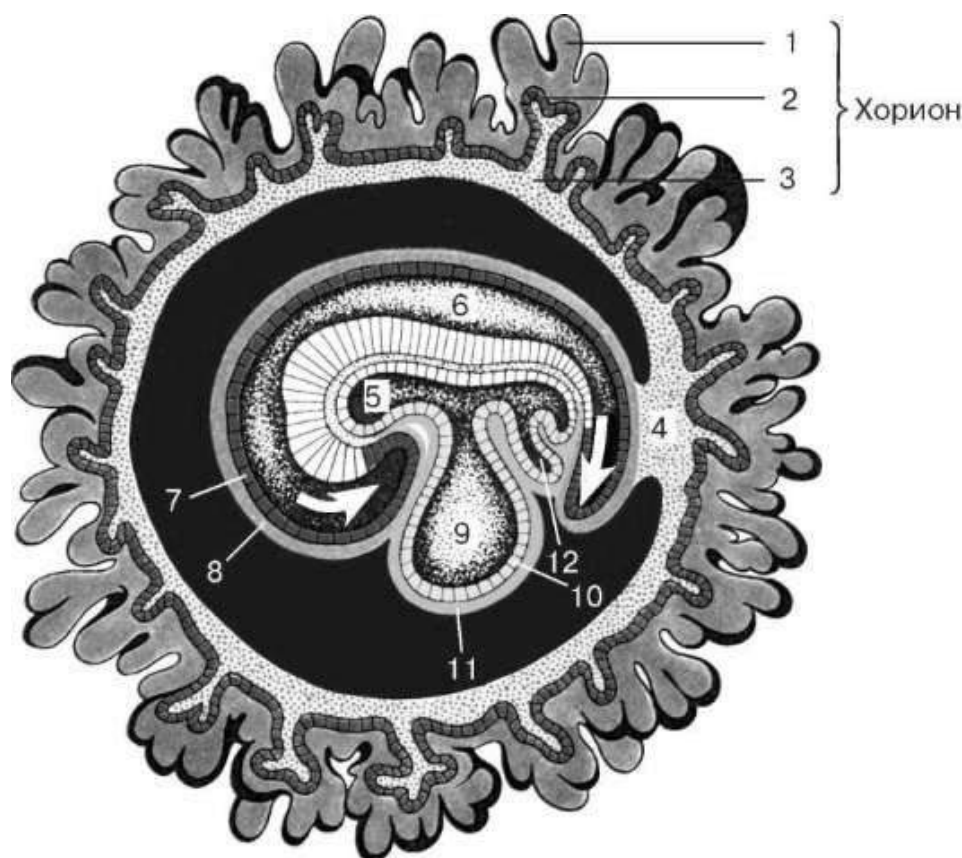
А – вид со спины; Б – поперечные срезы; 1 – передний нейропор; 2 – задний нейропор;  
 3 – эктодерма; 4 – нервная пластинка; 5 – нервный желобок; 6 – мезодерма; 7 – хорда;  
 8 – энтодерма; 9 – нервная трубка; 10 – нервный гребень; 11 – головной мозг;  
 12 – спинной мозг; 13 – спинномозговой канал

Рисунок 47 – Нейруляция у зародыша человека  
 (Ю. И. Афанасьева, Н. А. Юрина, Е. Ф. Котовский, 2001).

При смыкании боковых стенок нервных валиков и образовании нервной трубки появляется группа нейроэктодермальных клеток, образующихся в области соединения нейральной и остальной (кожной) эктодермы, эти клетки, сначала располагающиеся в виде продольных рядов по обе стороны между нервной трубкой и поверхностной эктодермой образуют нервный гребень. Клетки нервного гребня способны к миграциям. В туловище одни клетки мигрируют в поверхностном слое дермы, другие – в вентральном направлении, образуя нейроны и нейроглию парасимпатических и симпатических ганглиев, хрома-

ффинную ткань и мозговое вещество надпочечников. Часть клеток остается в области нервного гребня, формируются *ганглиозные пластинки*, которые сегментируются и дают начало спинномозговым узлам.

Из зародышевой эктодермы формируется также *прехордальная пластинка*. Она включается в состав переднего отдела кишечной трубки. Из материала прехордальной пластинки развивается в дальнейшем многослойный эпителий переднего отдела пищеварительной трубки и ее производных. Мезенхима пищеварительной трубки преобразуется в соединительную ткань и гладкую мускулатуру. Кроме того, из прехордальной пластинки образуется эпителий трахеи, легких и бронхов, а также эпителиальная выстилка глотки и пищевода, производных жаберных карманов – тимуса и др. (рисунок 48).



1 – симпластотрофобласт; 2 – цитотрофобласт; 3 – внезародышевая мезодерма, 4 – место амниотической ножки; 5 – первичная кишка; 6 – полость амниона; 7 – эктодерма амниона; 8 – внезародышевая мезодерма амниона; 9 – полость желточного мешка; 10 – энтодерма желточного мешка; 11 – внезародышевая мезодерма желточного мешка; 12 – аллантоис (стрелками показано направление образования туловищной складки)

Рисунок 48 – Зародыш человека на стадии образования туловищной складки и внезародышевых органов (Ю. И. Афанасьева, Н. А. Юрина, Е. Ф. Котовский, 2001, схема по П. Петкову)

*Дифференцировка энтодермы.* Дифференцировка первичной энтодермы приводит к образованию в теле зародыша *энтодермы кишечной трубки* и формированию *внезародышевой энтодермы*, формирующей выстилку желточного мешка и аллантоиса (рисунок 49).

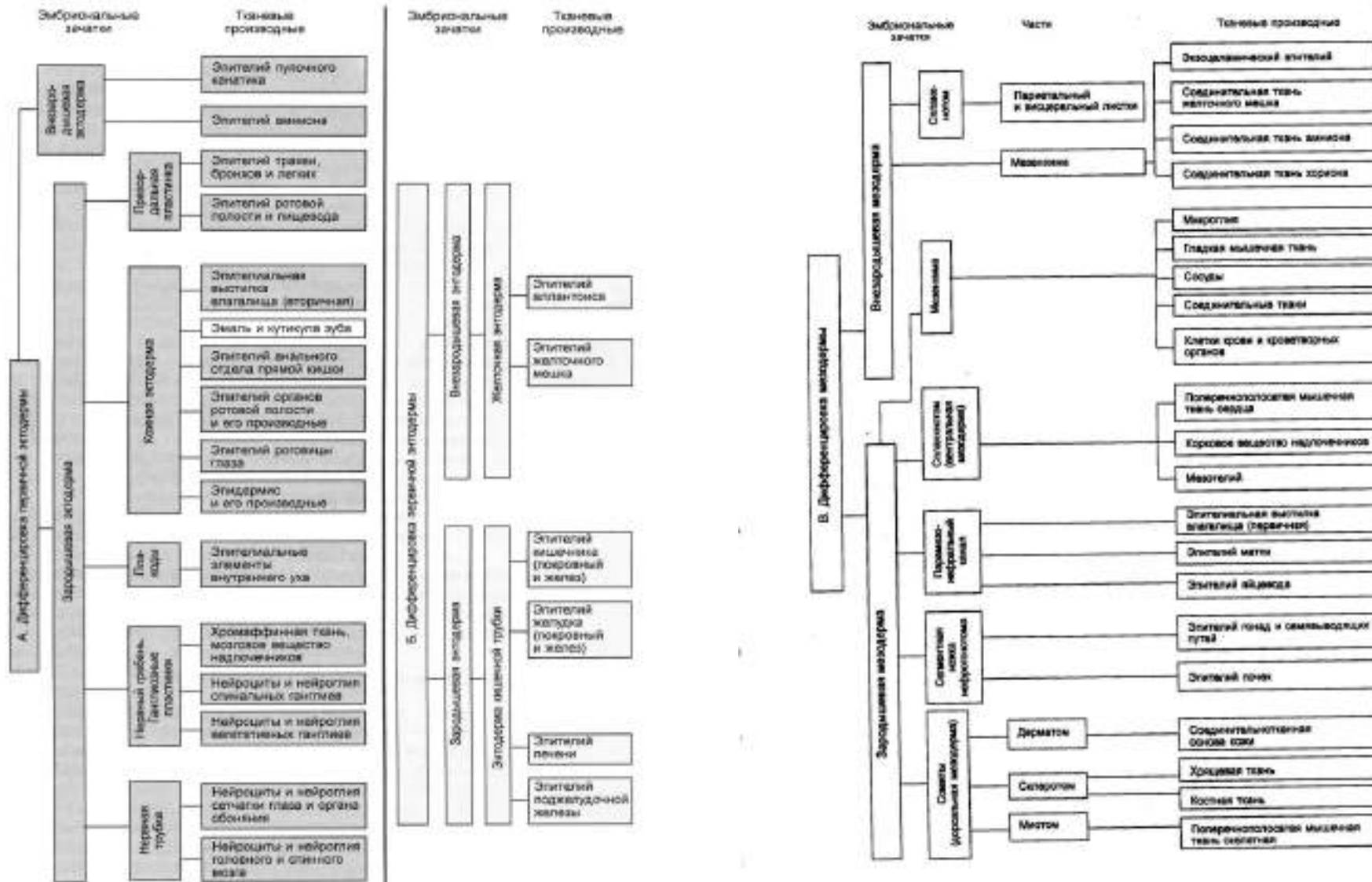


Рисунок 49 – Дифференцировка зародышевых листков (по В.В. Яглову с изменениями)

Выделение кишечной трубки начинается с момента появления туловищной складки. Последняя, углубляясь, отделяет кишечную энтодерму будущей кишки от внезародышевой энтодермы желточного мешка. В задней части зародыша в состав образующейся кишки входит и тот участок энтодермы, из которого возникает энтодермальный вырост аллантоиса.

*Кишечная трубка* образуется первоначально как часть энтодермы желточного мешка. Из энтодермы кишечной трубки развивается однослойный покровный эпителий желудка, кишечника и их желез. Кроме того, из энтодермы развиваются эпителиальные структуры печени и поджелудочной железы.

*Внезародышевая энтодерма* дает начало эпителию желточного мешка и аллантоиса.

*Дифференцировка мезодермы.* Этот процесс начинается на 3-й неделе эмбриогенеза. Дорсальные участки мезодермы разделяются на плотные сегменты, лежащие по сторонам от хорды, – *сомиты*. Процесс сегментации дорсальной мезодермы и образования сомитов начинается в головной части зародыша и быстро распространяется в каудальном направлении. На 22-е сутки развития у эмбриона имеется 7 пар сегментов, на 25-е – 14, на 30-е – 30 и на 35-е – 43-44 пары. В отличие от сомитов вентральные отделы мезодермы (спланхнотом) не сегментируются, а расщепляются на два листка – *висцеральный* и *париетальный*. Небольшой участок мезодермы, связывающий сомиты со спланхнотомом, разделяются на сегменты – сегментные ножки (нефрогонотом). На заднем конце зародыша сегментации этих отделов не происходит. Здесь взамен сегментных ножек располагается несегментированный нефрогенный зачаток (нефрогенный тяж). Из мезодермы зародыша развивается также *парамезонефральный* канал.

Сомиты дифференцируются на 3 части: *миотом*, дающий начало поперечнополосатой скелетной мышечной ткани, *склеротом*, являющийся источником развития костных и хрящевых тканей, а также *дерматом*, формирующий соединительнотканную основу кожи – дерму.

Из сегментных ножек (нефрогонотом) развиваются эпителий почек, гонад и семявыводящих путей, а из парамезонефрального канала – эпителий матки, маточных труб (яйцеводов) и эпителий первичной выстилки влагалища.

Париетальный и висцеральный листки спланхнотома образуют эпителиальную выстилку серозных оболочек – *мезотелий*. Из части висцерального листка мезодермы (миоэпикардальная пластинка) развиваются средняя и наружная оболочки сердца – миокард и эпикард, а также корковое вещество надпочечников.

Мезенхима в теле зародыша является источником формирования многих структур – клеток крови и кроветворных органов, соединительной ткани, сосудов, гладкой мышечной ткани, микроглии. Из внезародышевой мезодермы развивается мезенхима, дающая начало соединительной ткани внезародышевых органов, – амниона, хориона, желточного мешка.

## ТЕМА 9. ВНЕЗАРОДЫШЕВЫЕ ОРГАНЫ

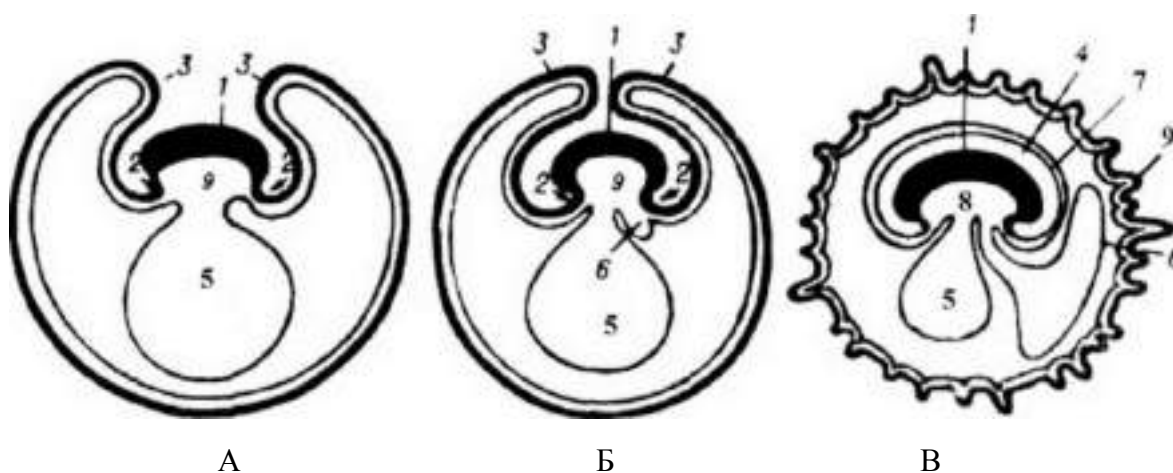
**Цель работы:** изучение особенности формирования и функционирования провизорных (внезародышевых) органов.

**Ход работы:**

1. Познакомьтесь с теоретическим материалом по теме.
2. Рассмотрите и зарисуйте обобщенные схемы и рисунки:
  - а) схема «Развитие внезародышевых органов у млекопитающих»;
  - б) рисунок «Гистологические виды плацент».

### 9.1. Характеристика внезародышевых органов

Провизорные, или временные, органы, развивающиеся в процессе эмбриогенеза вне тела зародыша, выполняют многообразные функции, обеспечивающие рост и развитие самого зародыша (рисунок 50). В связи с тем, что некоторые из этих органов окружают зародыш, распространено и другое название – зародышевые оболочки. К ним относят: желточный мешок, амнион, серозную оболочку, аллантаис, хорион, плаценту. В эволюции они появились не одновременно.



- А – сближение амниотических складок и начало образования аллантаиса;  
Б, В – сформированные внезародышевые органы; 1 – тело зародыша; 2 – туловищная складка; 3 – амниотические складки; 4 – полость амниона; 5 – желточный мешок; 6 – аллантаис; 7 – амниотическая оболочка; 8 – кишка; 9 – хорион

Рисунок 50 – Схема развития внезародышевых органов у млекопитающих.

**Желточный мешок.** В ряду хордовых животных внезародышевые органы впервые появляются у рыб в виде желточного мешка, депонирующего желток, используемый зародышем в процессе развития. Его формирование начинается на стадии ранней гастролы, когда во внутреннем листке можно выделить зародышевую (кишечную) энтодерму и расположенную по периферии диска внезародышевую желточную энтодерму. Своим свободным краем желточная энтодерма образует край обрастания, который начинает надвигаться на желток. После возникновения хордомезодермального зачатка между экто- и энтодермой



прорастают париетальный и висцеральный листки мезодермы. Желток обрастает всеми четырьмя листками. Зародыш приподнимается над диском и отделяется от желтка туловищной складкой. При образовании туловищной складки зародышевая энтодерма, до того распластанная на желтке, сворачивается в кишечную трубку. Зародыш связан с желточным мешком полым канатиком – желточным стебельком. Желточный мешок рыб выполняет трофическую функцию. Другая функция мешка – кроветворная – заключается в образовании клеток крови в мезодерме стенки мешка.

С выходом животных на сушу (у пресмыкающихся и птиц) в связи с развитием зародыша под скорлупой появляются новые зародышевые органы: амнион, серозная оболочка и аллантоис.

Как и у рыб, у пресмыкающихся и птиц возникают туловищные складки, отделяющие зародыш от желточного мешка. Желточный мешок у них также выполняет трофическую и кроветворную функции.

*Амнион.* Позднее в эмбриогенезе пресмыкающихся и птиц за счет эктодермы и париетального листка мезодермы формируются амниотические складки, растущие в направлении дорсальной поверхности зародыша. По мере роста головного конца зародыша амниотические складки как бы надвигаются спереди на зародыш, причем он одновременно вдавливаются в желток. Нарастающие на зародыш складки смыкаются и оба листка – эктодерма и прилегающий к нему париетальный листок мезодермы срастаются с одноименными листками противоположной стороны. Из двух листков складок при этом образуются две оболочки – амниотическая, или водная, обращенная к зародышу, и серозная, наружная.

Амниотическая оболочка на ранних стадиях отделена от тела зародыша узкой щелью, которая позднее превращается в заполненную жидкостью амниотическую полость. Эта жидкость, вырабатываемая клетками эктодермы амниотической оболочки, обращенной в полость амниона, содержит белки, углеводы. Жидкая среда амниона обеспечивает условия для свободного развития зародыша, а также амортизации возможных сотрясений и ударов.

*Серозная оболочка.* Серозная оболочка образуется одновременно с амниотической оболочкой у пресмыкающихся и птиц. Серозная оболочка участвует в снабжении эмбриона кислородом, что позволяет рассматривать ее как провизорный орган дыхания у яйцекладущих позвоночных. Не следует путать с серозной оболочкой, покрывающей снаружи большинство внутренних органов.

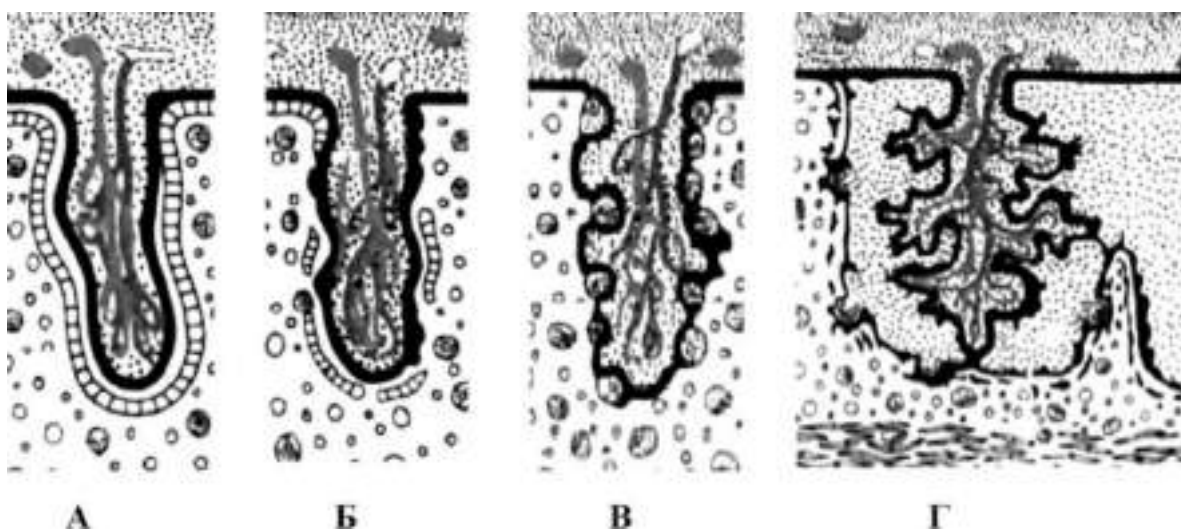
*Аллантоис.* В отличие от амниона развитие аллантоиса начинается в каудальном отделе самого зародыша в виде выроста вентральной стенки задней кишки, образованного энтодермой и висцеральным листком мезодермы. Проксимальная часть аллантоиса располагается вдоль желточного стебелька, а дистальная, разрастаясь, врастает в щель, между амнионом и серозной оболочкой. Этот орган газообмена и выделения: по сосудам, образующимся в мезодерме аллантоиса, доставляется кислород; в аллантоис выделяются продукты обмена веществ зародыша.

Сращенную серозную оболочку и аллантоис у птиц и пресмыкающихся часто называют хорионом, или хориоаллантоисом.

У млекопитающих внезародышевые органы представлены хорионом, амнионом, желточным мешком, аллантоисом и плацентой.

**Хорион.** Хорион, или ворсинчатая оболочка, развивается из трофобласта и внезародышевой мезодермы. Первоначально трофобласт представлен оболочкой с первичными ворсинками, за счет которых после имплантации зародыша устанавливается связь с материнским организмом. Со времени появления в эмбриобласте внезародышевой мезодермы (у человека – на 2-3-й неделе развития) она подрастает к трофобласту и образует вместе с ним вторичные эпителиомезенхимальные ворсинки. С этого времени трофобласт превращается в хорион, или ворсинчатую оболочку. Внедряясь в слизистую оболочку матки, хорион образует вместе с ней плаценту.

**Плацента.** Эта связь обеспечивается формированием специального органа – плаценты. По строению плаценты делят на несколько типов (рисунок 51).



А – эпителиохориальная; Б – десмохориальная; В – вазохориальная; Г – гемохориальная

Рисунок 51– Гистологические виды плацент.

*Плацента эпителиохориального типа*, или полуплацента, характерна для некоторых видов сумчатых, свиньи, лошади и других млекопитающих. Ворсинки хориона, контактируя со слизистым эпителием матки и входя в его углубления, не разрушают материнские ткани. Маточные железы секретируют маточное молоко (эмбриотроф), которое всасывается ворсинками хориона. Таким образом, материнский организм обеспечивает зародыш питательными веществами и кислородом. При родах ворсинки хориона отъединяются от эпителия матки без разрушения ее.

*Десмохориальная плацента*, или соединительно-тканная хориальная (жвачные животные), развивается так, что ворсинки внедряются в стенку матки, эпителий ее слизистой оболочки разрушается; ткани зародыша оказываются в контакте с соединительной тканью матки; однако более интимная связь между материнским организмом и зародышем не устанавливается и при этом типе плацентации. Область контакта зародыша с тканями матери осуществляется в районах котиледон, небольших площадок, разбросанных по поверхности об-

ширного плодного пузыря, превосходящего в сотни раз объем самого зародыша. После родов в стенке матки остаются участки, лишенные эпителия. Последующая регенерация происходит очень быстро.

*Вазохориальная плацента*, или эндотелиохориальная (хищные), обеспечивает еще более тесную связь зародыша с матерью. При плацентации происходит не только разрушение слизистого эпителия матки, но и деструктивные процессы в соединительной ткани: трофобласт ворсинок хориона оказывается в непосредственном контакте с эндотелием сосудов. Этот способ плацентации обеспечивает более совершенное снабжение зародыша питательными веществами и кислородом.

*Гемохориальная плацента* развивается у некоторых насекомоядных, летучих мышей, грызунов, обезьян и у человека. Благодаря плацентам этого типа устанавливается еще более интимная связь зародыша с материнским организмом. Совокупность очень сложных процессов (лизис эпителия матки, разрушение соединительной ткани и сосудов) приводят к тому, что трофобласт непосредственно соприкасается с кровью матери, ворсинки хориона «купаются» в материнской крови. Строение гемохориального типа плацент варьирует у разных животных. У обезьян и человека ворсинки хориона сложно ветвятся, и тем самым создается огромная поверхность соприкосновения ворсинок с кровью. Поэтому такая плацента называется ворсинковой гемохориальной плацентой. Увеличение поверхности контакта трофобласта с кровью в других случаях (у грызунов, например) достигается путем сильного разветвления выпячиваний трофобласта, образующих сложный лабиринт каналов, по которым течет материнская кровь; поэтому такого типа плацента называется лабиринтной гемохориальной плацентой.

Естественно, что при такой связи зародыша с матерью роды сопровождаются сильным кровотечением, отпадает эпителий слизистой оболочки матки. Стенка матки обладает хорошей регенерационной способностью и происходит быстрое восстановление её.

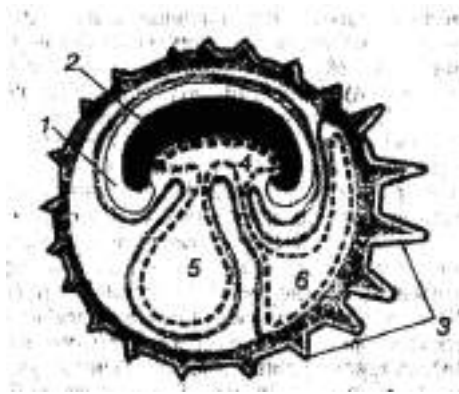
### Вопросы и задания для самоконтроля

1. Заполните в тетради таблицу: «Структура и функции внезародышевых органов млекопитающих»

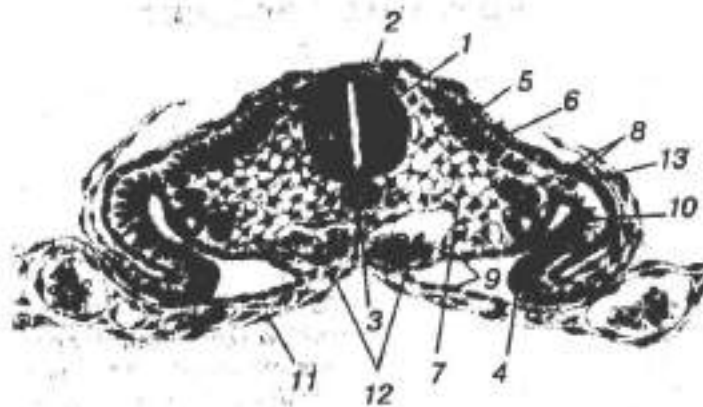
Таблица 4 – Структура и функции внезародышевых органов млекопитающих.

Название внезародышевого органа	Структура стенки (внезародышевый листок)	Функции органа
---------------------------------	--	----------------

2. На схеме развития млекопитающего найти амнион, желточный мешок, кишечную трубку, аллантаис, ворсинки хориона, тело зародыша.



3. На вертикальном срезе зародыша курицы определить структуры, обозначенные цифрами (1-13).



## ТЕМА 10. РАЗВИТИЕ ЛАНЦЕТНИКА

**Цель работы:** изучение стадий эмбрионального развития ланцетника.

**Ход работы:**

1. Познакомьтесь с особенностями эмбриогенеза ланцетника на основании теоретического материала.
2. Рассмотрите и зарисуйте стадии эмбрионального развития ланцетника.
3. Опишите процесс формирования осевых органов у ланцетника.

Классическим объектом эмбриологических исследований является ланцетник. Яйцеклетка ланцетника олиго- и изолецитальная, размером 110 мкм, ядро располагается ближе к анимальному полюсу. Оплодотворение наружное. Место проникновения сперматозоида в яйцеклетку определяет вентральную сторону зиготы, а на дорсальной стороне зиготы ниже экватора возникает серый серп. Появление последнего связывают с перераспределением материала в яйце и маркированием участка, где в будущем появится дорсальная (спинная) губа бластопора. Движение материала зиготы завершается тем, что белково-липидные включения скапливаются у одного края зиготы, определяя вегетативный полюс зародыша.

Дробление зиготы полное, почти равномерное, синхронное и заканчивается образованием однословной бластулы.

На примере развития ланцетника можно представить, как формируется пространственная организация тела зародыша. Первая борозда дробления проходит меридианально от анимального к вегетативному полюсу. При этом серый серп разделяется пополам, таким образом детерминируются правая и левая стороны зародыша (рисунок 52).

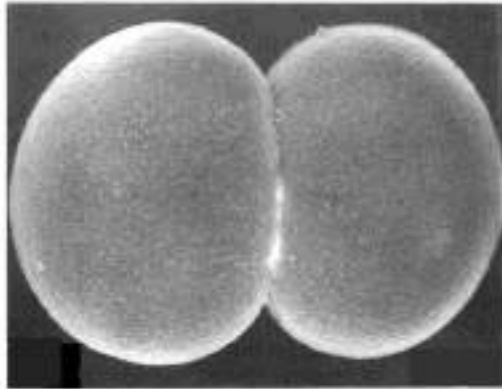


Рисунок 52 – Стадия двух бластомеров при дроблении ланцетника.

Вторая полоса дробления также меридианальная, но проходит в плоскости, перпендикулярной первой, и разделяет два бластомера (правый и левый) на два новых (дорсальные и вентральные) – возникает стадия 4 бластомеров (рисунок 53). Итак, в зародыше ланцетника уже на стадии 4 бластомеров различаются вентральная и дорсальная стороны и формируется билатеральная симметрия.

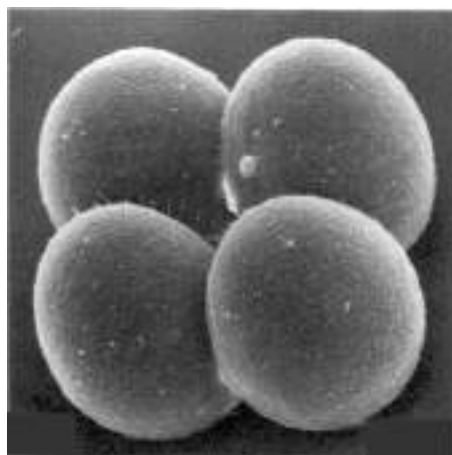


Рисунок 53 – Стадия четырех бластомеров при дроблении ланцетника.

Третья борозда дробления проходит несколько выше экватора четырех предыдущих бластомеров, – так возникает стадия 8 бластомеров (рисунок 54).

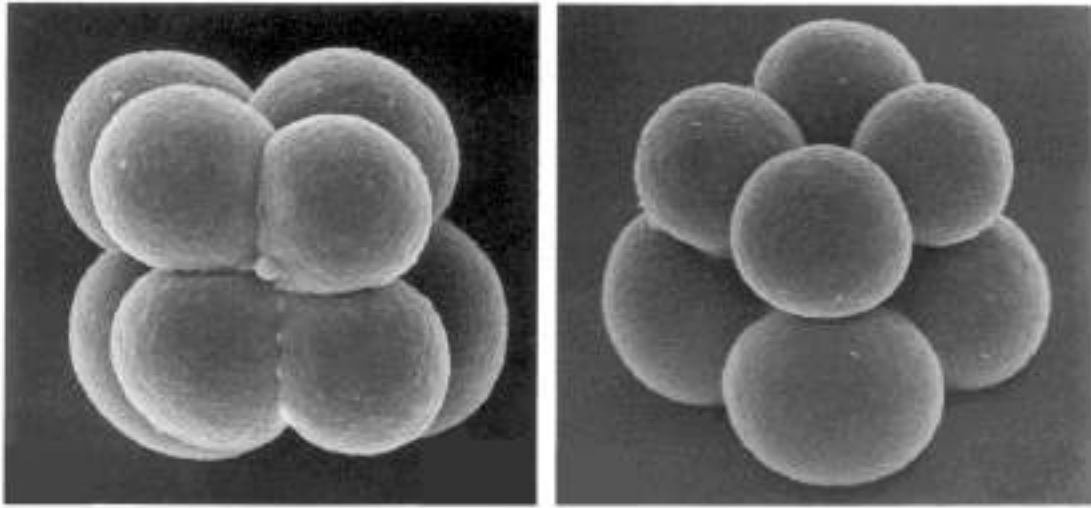


Рисунок 54 – Стадия восьми бластомеров при дроблении ланцетника.

Из этих 8 бластомеров более мелкие – анимальные, а более крупные – вегетативные. В результате чередования меридиональных и широтных борозд дробления формируется однослойная бластула с полостью, заполненной жидкостью, – бластоцелом (рисунок 55). Бластула сохраняет полярность, ее дно представляет собой вегетативный полюс, крыша – анимальный; между полюсами находятся краевые зоны.

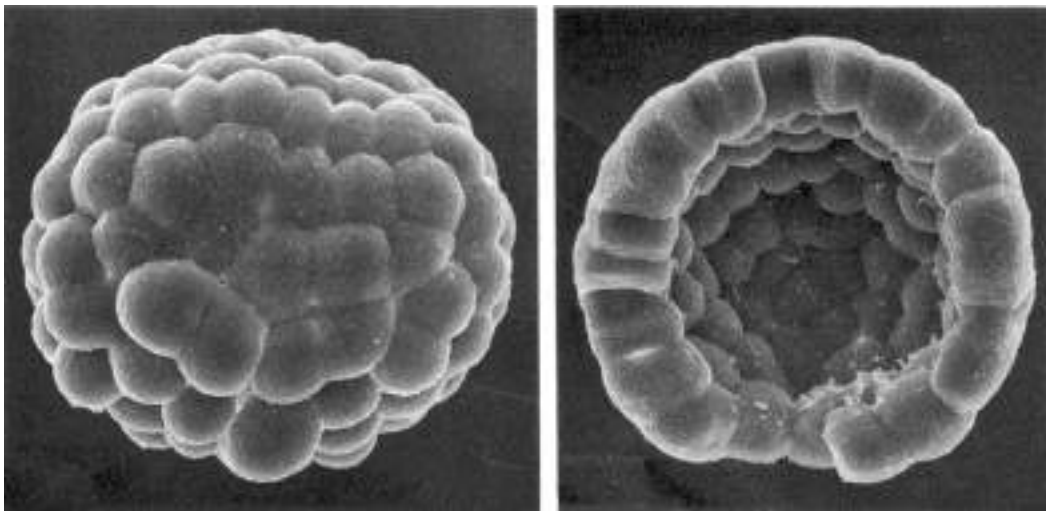
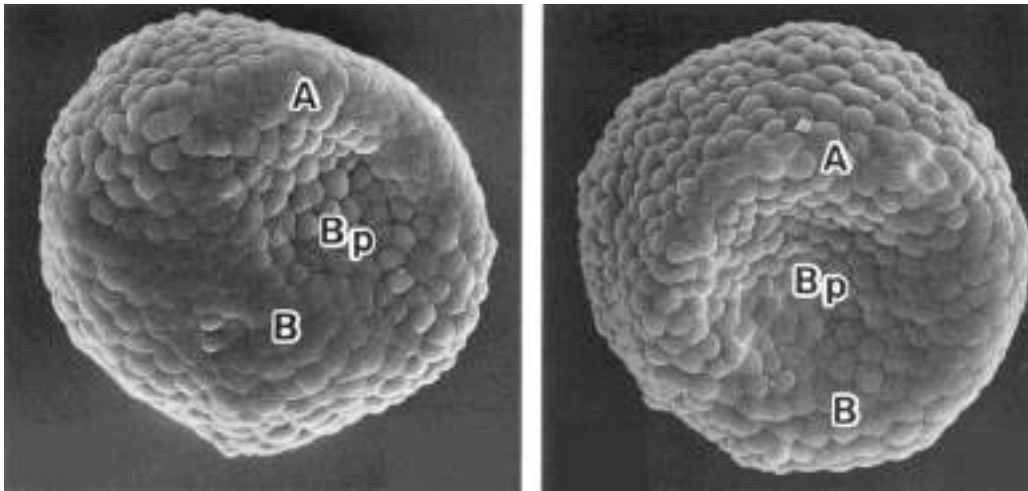


Рисунок 55 – Бластула ланцетника.

В процессе развития деление клеток постепенно становится асинхронным, в краевой зоне наблюдается наибольший темп пролиферации. Это отражается на размерах бластомеров в разных частях бластулы. Наиболее крупные из них, находятся, в вегетативной части бластулы. В связи с этим бластула плавает в воде анимальным полюсом кверху.

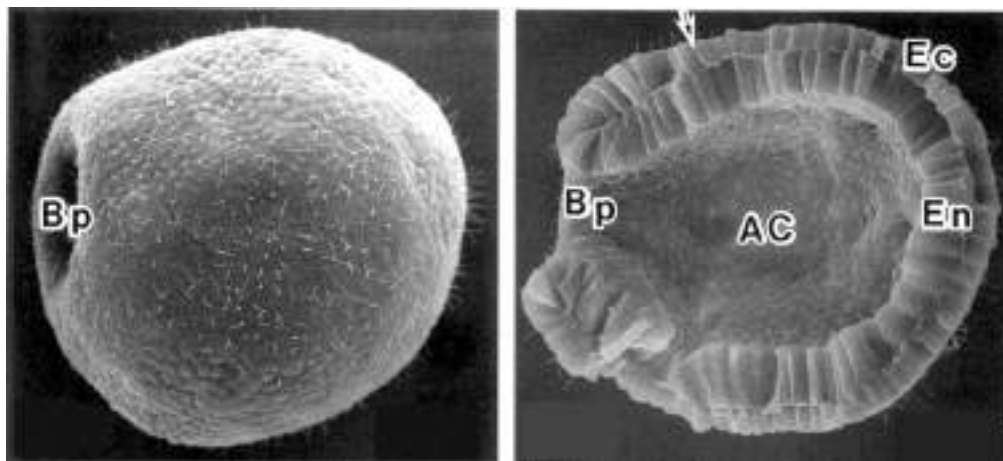
Начало гаструляции отмечается формированием впячивания на вегетативном полюсе бластулы (рисунок 56).



Вр – blastopore. Край blastopora (А), имеющий более острый профиль, соответствует т.н. «мезодермальной» губе blastopora.

Рисунок 56 – Начало инвагинации: 4 часа 10 минут после оплодотворения.

Впячивание, постепенно углубляется, и, наконец, формируется двустенная чаша с широко зияющим отверстием, ведущим в новообразованную полость зародыша. Такой способ гастрюляции называется *инвагинацией*. Полость самой чаши именуется *гастроцелью*, или полостью *первичной кишки*, которая сообщается с внешней средой посредством blastopora, что соответствует заднепроходному отверстию (рисунок 57). В blastopore различают дорсальную, вентральную и две латеральных губы.



8 ч. 50 мин. после оплодотворения. Типичный двуслойный зародыш. Можно видеть выраженное сужение blastopora (Вр). На скеле справа заметны различия между эктодермой (слой кубических клеток) и энтодермой (слой цилиндрических клеток).

Ас – архентерон (гастроцель)

Рисунок 57 – Стадия поздней гастрюлы при дроблении ланцетника.

В результате инвагинации центр тяжести зародыша смещается, и зародыш поворачивается blastoporeм кверху. Постепенно происходит смыкание краев blastopora и удлинение зародыша. Топография клеток в составе губ бла-

стопора определяет развитие разных частей зародыша. Завершается гастрюляция образованием *хорды* и *мезодермы*. У ланцетника мезодерма возникает энтероцельным способом.

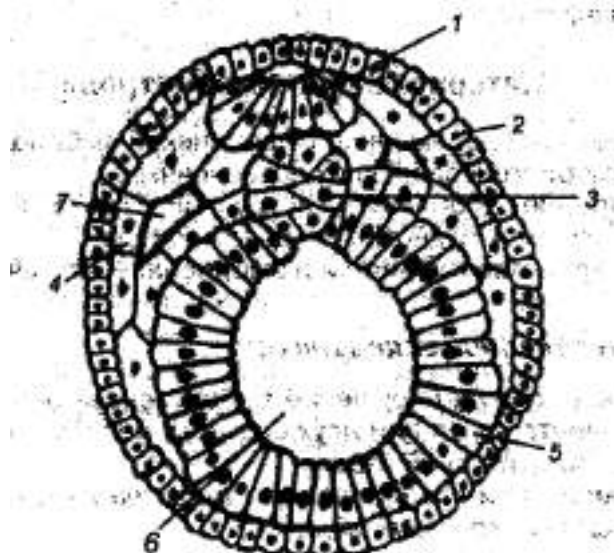
Образовавшаяся хорда индуцирует развитие *нервной трубки* из материала дорсальной эктодермы. Образующаяся нервная пластинка прогибается, затем по средней линии превращается в желобок и погружается во внутреннюю среду зародыша. Края желобка постепенно смыкаются в нервную трубку. Оставшаяся часть эктодермы – кожная – срастается над нервной трубкой. Однако на самом переднем и заднем концах зародыша нервная трубка некоторое время сообщается с внешней средой с помощью двух отверстий нейропоров. Возникает *осевой комплекс* зачатков. В последующем происходит деление мезодермы на спинные сегменты – сомиты, количество которых нарастает от 15 до 60-65 пар у взрослого ланцетника. Часть латерально расположенной мезодермы не сегментируется и расщепляется на наружный (париетальный) и внутренний (висцеральный) листки *спланхнотома*. Эти листки растут между экто- и энтодермой и, достигнув середины на вентральной стороне зародыша под кишечной трубкой, срастаются, формируя единую вторичную полость – *целом*. На заднем конце зародыша кожная эктодерма нарастает на нейропор и бластопор и полностью их покрывает. При этом между задним нейропором и бластопором возникает нервно-прямокишечный канал, который существует недолго и зарастает. На переднем конце зародыша возникает углубление (*ротовая бухта*), растущее по направлению к переднему отделу кишечной трубки. При контакте эктодермы ротовой бухты и слепого конца кишечной трубки происходит апоптоз клеток и возникает сообщение кишки с внешней средой. Аналогичный процесс протекает на заднем конце зародыша. По бокам головного отдела зародыша также возникает контакт кожной эктодермы и кишечной энтодермы, и в результате его прорыва полость передней кишки сообщается с внешней средой (формирование *жаберного аппарата*). После этого зародыш выходит из яйцевой оболочки во внешнюю среду в виде личинки.

Методы маркирования для изучения процессов миграции бластомеров позволили выделить определенные области зародыша на ранних стадиях развития (зиготы – бластулы), которые позднее развиваются в зародышевые листки и эмбриональные зачатки тканей. Эти области были названы *презумптивными* (предполагаемыми) *участками*, или *зачатками*.

### **Вопросы и задания для самоконтроля**

1. Зачатие каких тканей образуется из первичной эктодермы и энтодермы?
2. Что такое мезенхима? Какие ткани формируются из мезенхимы?
3. Опишите процесс формирования осевых органов у ланцетника.
4. Произойдет ли нарушение эмбриогенеза ланцетника, если в эксперименте на стадии двух бластомеров уничтожить одну из клеток? Обоснуйте свой ответ.
5. На схеме развития ланцетника перечислите элементы, составляющие осевой комплекс эмбриональных зачатков тканей.





## ТЕМА 11. РАЗВИТИЕ АМФИБИЙ

**Цель работы:** изучение этапов эмбрионального развития амфибий.

**Ход работы:**

1. Познакомьтесь с особенностями эмбриогенеза земноводных на основании теоретического материала.
2. Рассмотрите и зарисуйте микропрепараты:
  - а) препарат 1: «Дробление яйца лягушки»;
  - б) препарат 2: «Бластула лягушки»;
  - в) препарат 3: «Гастрюла лягушки»;
  - г) препарат 4: «Нейрула лягушки».

### 11.2. Этапы развития амфибий

Амфибии, как и ланцетник, относятся к группе *анамний*, эмбриональное развитие которых проходит во внешней водной среде. Яйцеклетка амфибий характеризуется наличием большого количества желтка сосредоточенного на вегетативном полюсе. Это мезолецитальный или *умеренно телолецитальный* тип яйцеклетки. Дробление амфибий полное, но неравномерное в связи с большим количеством желтка. В ходе радиального дробления образуются бластомеры разных размеров (микроммеры на анимальном полюсе, и макроммеры на вегетативном полюсе). В результате дробления формируется неравномерная целобластула (амфибластула). Гастрюляция у амфибий протекает достаточно сложно, так как сочетаются несколько типов движения клеток - инвагинация, инволюция и эпиболия. Путем инвагинации и инволюции перемещаются энто- и мезодермальные клетки, а путем эпиболии – эктодермальные. В ходе гастрюляции образуется бластопор (первичный рот), имеющий вид кольца. Края бластопора называются губами: верхняя – дорсальная, нижняя – вентральная, а две боковые – латеральные. Процесс нейруляции у амфибий начинается с появления нервной пластинки, которая затем превращается в нервную трубку и первичный

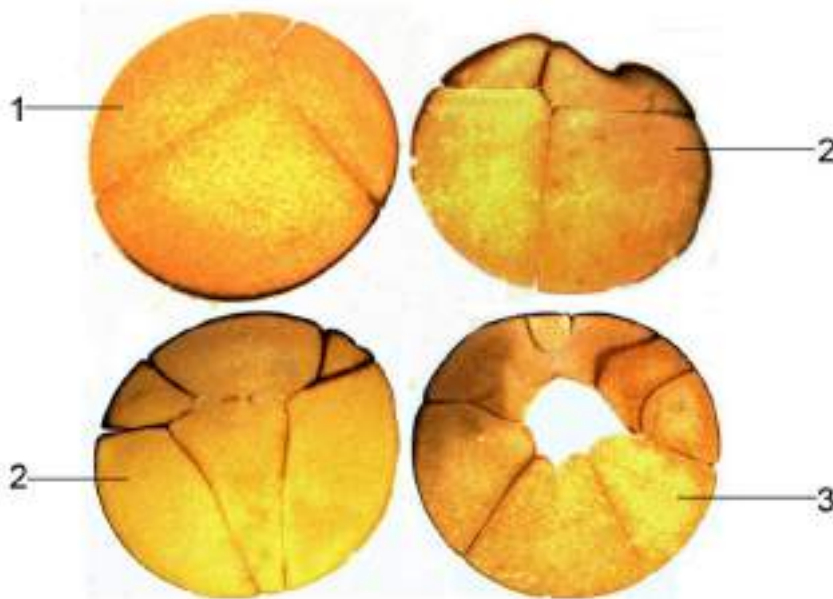
мозг. Под нервной трубкой происходит образование хорды из хордомезодермы и вторичного кишечника из энтодермы.

Для амфибий характерно не прямое развитие, поэтому результатом эмбрионального развития является формирование личинки, которая преобразуется во взрослое животное в ходе метаморфоза.

## 11.2. Микропрепараты для изучения и зарисовки

### 1. Препарат «Дробление яйца лягушки» (окраска гематоксилин – микрофуксином) (рисунок 58).

*Описание препарата.* На препарате представлен меридиональный срез икринки, находящейся на ранних стадиях дробления. Рассматривать данный препарат следует на малом увеличении, ориентируя анимальным (пигментированным) полюсом вверх. Первые две борозды дробления проходят меридионально, разделяя яйцо на четыре одинаковые клетки. При этом борозды врезаются в поверхность яйца не одновременно на всем протяжении, а распространяются постепенно от анимального полюса к вегетативному, что связано с неравномерным распределением желтка. Третья борозда проходит по экватору и разделяет яйцо на микромеры и макромеры. С этого момента дробление становится неравномерным.



1 – стадия 4-х бластомеров, 2 – стадия 8-ми бластомеров,  
3 – стадия 16-ти бластомеров

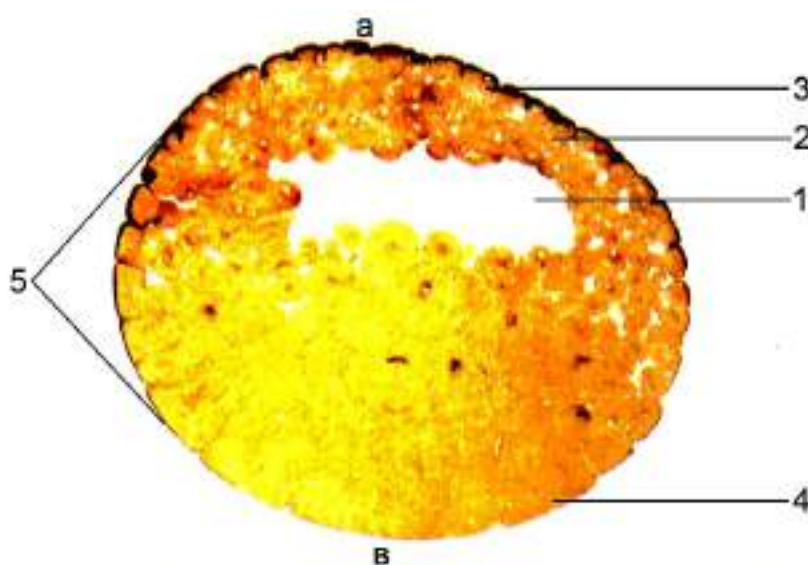
Рисунок 58 – Дробление яйца лягушки.

При просмотре препаратов надо учитывать возможные варианты гистологической картины: если на срезе встречается два бластомера, отделенных меридиональной бороздой – это стадия либо двух, либо четырех бластомеров; если на срезе встречается три бластомера, отделенных меридиональными бороздами – это стадия четырех бластомеров; если на срезе два или три анимальных микромера и столько же вегетативных макромеров – это стадия восьми бластомеров.

*Задание:* зарисовать дробление яйца лягушки и обозначить стадии.

## 2. Препарат «Бластула лягушки» (рисунок 59).

*Описание препарата.* При малом увеличении в бластуле видна многослойная бластодерма и бластоцель, которая из-за неравномерности дробления смещена к анимальному полюсу. На анимальном полюсе располагаются маленькие пигментированные клетки, которые утрачивают округлую форму и плотно прилегают друг к другу по типу эпителиальных – это крыша бластулы. Обычно она состоит из 1-3 слоев клеток. Вегетативная часть бластулы – дно – представлена крупными клетками с большим содержанием желтка. Между анимальными и вегетативными частями располагается экваториальная (краевая) зона. Здесь стенка бластулы образована blastomeres средней величины, содержащими небольшое количество пигментных зерен и желточных включений.



а – анимальный полюс в – вегетативный полюс  
1 – бластоцель, 2 – blastomer, 3 – крыша бластулы,  
4 – дно бластулы, 5 – бластодерма

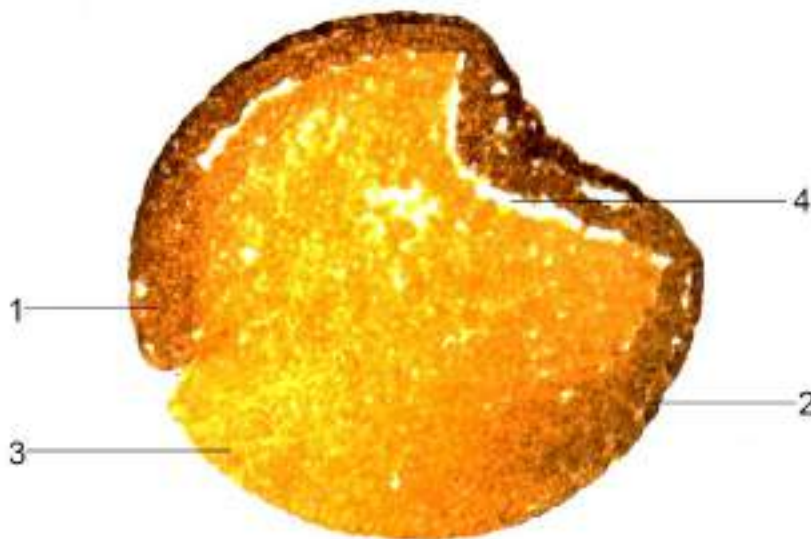
Рисунок 59 – Бластула лягушки.

*Задание:* зарисовать бластулу лягушки, обозначить особенности строения.

## 3. Препарат «Гастроула лягушки» (рисунки 60, 61).

*Описание препарата.* На препарате представлен срез зародыша в стадии средней или поздней гастролы. На срезе средней гастролы отчетливо видна дорсальная губа blastopore, возникшая вследствие удлинения и углубления серповидной бороздки. Дорсальная губа ведет в полость первичной кишки (архентерон) – гастроцель, которая на этой стадии еще слабо выражена. Крыша гастроцеля образована подвернувшимся через дорсальную губу blastopore материалом серого серпа, представляющим зачаток хорды. Дно первичной кишки образовано клетками вегетативного полюса бывшей бластулы. В этой области формируется вентральная губа blastopore. На данном препарате может быть

видна бластоцель, которая постепенно будет вытесняться формирующейся гастроцелью.



1 – дорсальная губа бластопора; 2 – вентральная губа бластопора;  
3 – желточная пробка; 4 – гастроцель

Рисунок 60 – Гастроула лягушки (средняя гастроула).

На срезе поздней гастроулы лягушки видно, что по мере гастрюляции гастроцель все увеличивается в размерах, а бластоцель наоборот, уплощается и в виде узкой щели смещается к периферии. Дорсальная губа бластопора хорошо различима и ведет в обширную гастроцель.

На дорсальной стороне гастроулы располагается материал будущей нервной пластинки, а подвернувшийся через дорсальную губу бластопора – материал хорды.

В отличие от ланцетника, у амфибий одновременно с образованием экто-, энтодермы происходит и обособление мезодермы перемещением материала боковых частей серого серпа через латеральные губы бластопора (на срезе не попадают).

Мезодермальный зачаток сразу распределяется между экто- и энтодермой. На данном этапе вентральная губа бластопора хорошо выражена. Между дорсальной и вентральной губами на срезе видна желточная пробка – клеточный материал, заканчивающий процесс перемещения в ходе гастрюляции.



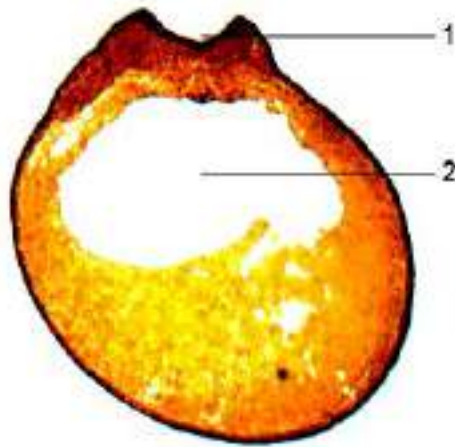
1 – гастрощель; 2 – дорсальная губа бластопора;  
3 – желточная пробка; 4 – вентральная губа бластопора

Рисунок 61 – Гастроула лягушки (поздняя гастроула).

*Задание:* зарисовать и обозначить особенности строения средней и поздней гаструл.

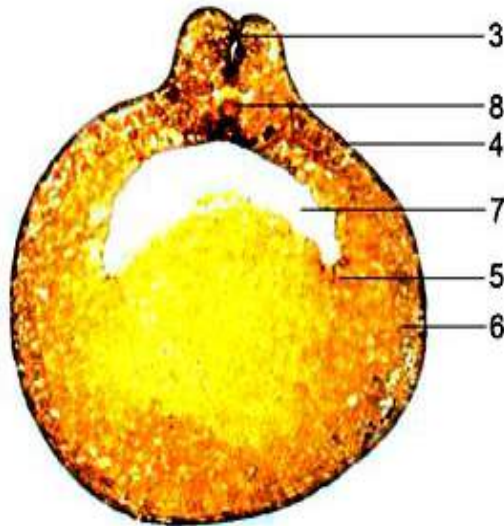
#### **4. Препарат «Нейрула лягушки» (рисунки 62, 63).**

При просмотре необходимо ориентировать срез спинной стороной кверху и изучить при малом увеличении. В ранней нейруле эктодерма на спинной стороне несколько утолщена, образует нервную пластинку, края которой приподнимаются в виде складок – нервных валиков. Нервная пластинка прогибается, принимая вид желобка, а нервные валики сближаются друг с другом. В цитоплазме клеток нервной пластинки и нервных валиков обнаруживаются пигментные зерна и небольшое количество желточных включений. Остальная часть эктодермы является кожной. Она в основном однослойная, образована мелкими темноокрашенными клетками кубической формы, цитоплазма содержит пигментные зерна. Под нервным желобком находится хорда, состоящая из плотно расположенных клеток с четко выраженными границами, цитоплазмой, содержащей небольшое количество пигментных зерен и желточных включений. Под хордой видна полость первичной кишки (гастрощель), которая затем преобразуется в полость вторичного кишечника. Нижняя стенка первичной кишки – более толстая и состоит из крупных клеток богатых желточными включениями. Верхняя стенка – тонкая, состоит из клеток, относящихся к кишечной энтодерме. Мезодерма, образовавшаяся из материала 'краевой зоны' бывшей бластулы, представлена плотным пластом однородных клеток и имеет вид двух клиньев, соединяющихся на брюшной стороне зародыша. Широкие основания этих клиньев располагаются по бокам от хорды, а их узкие вершины располагаются вентрально между экто- и энтодермой.



1 – нервный желобок, 2 – гастроцель

Рисунок 62 – Ранняя нейрула лягушки.



3– нервная трубка; 4– эктодерма; 5– энтодерма; 6– мезодерма;  
7– полость вторичного кишечника; 8– хорда

Рисунок 63 – Поздняя нейрула лягушки.

*Задание:* зарисовать и обозначить особенности строения средней и поздней нейрул лягушки.

### Вопросы и задания для самоконтроля

1. Дайте характеристику процесса дробления амфибий. Объясните, каким образом строение яйцеклетки определяет тип дробления.
2. Охарактеризуйте процесс гаструляции амфибий.
3. Какие особенности характерны для нейрулы амфибий?
4. Охарактеризуйте процессы метаморфоза амфибий и его механизмы.

## ТЕМА 12. РАЗВИТИЕ ПТИЦ

**Цель работы:** изучение основных этапов эмбрионального развития птиц.

**Ход работы:**

1. Познакомьтесь с особенностями эмбриогенеза птиц на основании теоретического материала.
2. Рассмотрите и зарисуйте микропрепараты:
  - а) препарат 1: «Зародыш цыпленка»;
  - б) препарат 2: «Зародыш с хордальным выростом (тотальный препарат)»;
  - в) препарат 3 «Тотальный препарат зародыша курицы на стадии поздней нейрулы»;
  - г) препарат 4 «Сомиты, хорда и нервная трубка (поперечный разрез)»;
  - д) препарат 5 «Туловищная и амниотическая складки (поперечный срез)»;
  - е) препарат 6 «Поперечный разрез зародыша курицы часов 96 часов инкубации».

### 12.1. Эмбриональное развитие птиц

У птиц яйцеклетки являются резко телолецитальными (разновидность полилецитальных). Оплодотворение отличается тем, что в яйцеклетку внедряются не один, а несколько сперматозоидов. Это явление называется полиспермией. Дробление зиготы – меробластическое (неполное), дискоидальное. Дробление происходит только на анимальном полюсе зиготы и отсутствует на вегетативном. Бластомеры располагаются в форме диска, лежащего на массе желтка. Таким образом формируется дискобластула (*discoblastula*), крыша которой представлена зародышевым диском (бластодиском), а дно – поверхностным слоем нераздробившегося желтка – перибластом. Гастрюляция у зародыша птиц происходит в две фазы.

Первая фаза гастрюляции – деламиация заключается в отщеплении внутреннего листка первичной энтодермы (гипобласта). Уже в первые часы инкубации в этом листке представляется возможным различать клетки кишечной и желточной энтодермы: клетки кишечной энтодермы крупнее, богаче желтком и смыкаются в более правильную однослойную пластинку. Призматические эпителиоподобные клетки наружного слоя бластодиска представляют собой первичную эктодерму (эпибласт), включающую на данном этапе эмбриогенеза материал эпидермальной эктодермы, нервной пластинки, мезодермы, хорды. Утолщенный участок бластодиска, состоящий из наружного и внутреннего листков, называется зародышевым щитком. Из зародышевого щитка образуется тело самого зародыша.

Вторая фаза гастрюляции – иммиграция связана со сложным перемещением клеток наружного листка сначала к заднему концу зародыша. Клетки движутся двумя потоками, причем оба потока сталкиваются в каудальном отделе у медианной линии, сливаются и затем направляются вперед, вдоль по этой линии, образуя утолщенный клеточный тяж – первичную полосу (*linea primitive*). Передняя расширенная часть первичной полосы получила название гензеновского (первичного) узелка.

В эктодерме вдоль первичной полоски образуется первичная бороздка – углубление, через которое клетки эктодермы перемещаются в глубину в обе стороны от нее. Из клеток первичной полоски, мигрирующих от нее в обе стороны и располагающихся между эктодермой и энтодермой, формируется третий зародышевый листок – мезодерма (mesoderms). В процессе гастрюляции происходит также образование мезенхимы (mesenchyme) – эмбрионального зачатка соединительной ткани. Мезенхима клетками, выселившимися из зародышевых листков, главным образом из мезодермы.

Из зародышевых листков и мезенхимы происходит формирование зачатков всех тканей (гистогенез) и органов (органогенез) развивающегося организма. Вначале закладываются осевые зачатки органов – нервная трубка, хорда, кишечная трубка. Нервная трубка формируется из первичной эктодермы. В зоне образования нервной трубки в эктодерме вначале появляется нервная пластинка, затем нервный желобок. При смыкании краев желобка формируются нервная трубка и нервные валики. Из клеточного материала нервной трубки и валиков происходит развитие нервной ткани и всех органов нервной системы. Остальная зародышевая эктодерма (эпидермальная эктодерма) является источником развития эпителия кожного покрова зародыша.

Хорда у птиц образуется из материала первичного (гензеновского) узелка. В мезодерме дифференцируются следующие части: 1) сомиты, располагающиеся справа и слева от нервной трубки и хорды, 2) нефротомы (сегментные ножки), лежащие латеральнее, 3) спланхнотомы (спланхномезодерма, латеральные пластинки), наиболее латерально расположенные. Сомиты и нефротомы представляют собой сегментированную часть мезодермы. В сомитах различают: 1) дерматом, из которого формируется соединительнотканная часть кожи – дерма; 2) миотом, из которого развивается поперечно-полосатая (исчерченная) скелетная мышечная ткань; 3) склеротом, являющийся источником развития тканей скелета. Из сегментных ножек происходит развитие эпителиальных закладок почек и гонад. Спланхнотомы не сегментируются и расслаиваются на два листка – париетальный листок, прилежащий к эктодерме, и висцеральный листок, прилежащий к энтодерме. Между париетальным и висцеральным листками формируется целомическая полость. Из обоих листков спланхномезодермы происходит образование эпителия серозных оболочек – брюшины, плевры, перикарда. Из мезенхимы развиваются кровь и лимфа, кроветворные органы, сосуды, соединительная ткань, гладкая мышечная ткань. Из энтодермы образуется эпителий кишечной трубки, из внезародышевых частей зародышевых листков формируются внезародышевые органы.

Внезародышевые (провизорные) органы обеспечивают эмбриону условия для нормального развития и жизнедеятельности. Они функционируют в течение всего эмбриогенеза и исчезают по окончании эмбрионального развития, когда зародыш приобретает способность к самостоятельному существованию. Внезародышевыми органами у птиц являются амнион, серозная оболочка, желточный мешок и аллантоис.

Зародыш птиц первое время распластан на поверхности желтка, но в дальнейшем формируется туловищная складка. При этом, все четыре листка



(эктодерма, энтодерма, париетальный и висцеральный листки мезодермы) подгибаются под зародыш.

Амниотические складки, образованные из внезародышевых частей эктодермы и париетального листка мезодермы, приподнимаются сначала над головным концом, а затем над всем телом зародыша. Эктодерма одной амниотической складки срастается с эктодермой другой. Париетальные листки мезодермы обеих складок также срастаются в единый слой. При этом формируется заполненный жидкостью пузырь – амнион, стенка которого образована амниотической оболочкой, состоящей из эктодермы, выстилающей его изнутри, и париетального листка мезодермы, лежащего снаружи. Эктодермальный амниотический эпителий секретирует амниотическую жидкость, обеспечивая водную среду для развития зародыша и защищая его от механических повреждений. Желточный мешок образуется из внезародышевых частей энтодермы и висцерального листка мезодермы, которые постепенно обрастают поверхность желтка. Желточный мешок отделяется от первичной кишки в процессе формирования туловищной складки, в образовании которой принимают участие все зародышевые листки. Желток переводится в растворимую форму под действием ферментов, продуцируемых энтодермальными клетками, и используется зародышем для питания. В мезодерме желточного мешка развивается густая сеть кровеносных сосудов.

Серозная оболочка образована внезародышевыми частями париетального листка мезодермы (изнутри) и эктодермы (обращена наружу). Серозная оболочка обрастает весь зародыш и выполняет функцию дыхания (газообмена).

Аллантоис возникает в виде полого колбасовидного выроста вентральной стенки задней части кишечной трубки и состоит из энтодермы зачатка задней кишки и покрывающего его снаружи висцерального листка мезодермы с сосудами. Аллантоис приближается к серозной оболочке и снабжает ее сосудами. Сосуды аллантоиса располагаются у самой скорлупы яйца птицы и выполняют функцию газообмена. Однако главной функцией аллантоиса следует считать функцию мочевого мешка зародыша. Зародыш развивается в скорлупе, поэтому он не может выводить продукты азотистого обмена во внешнюю среду. Эти продукты скапливаются в полости аллантоиса.

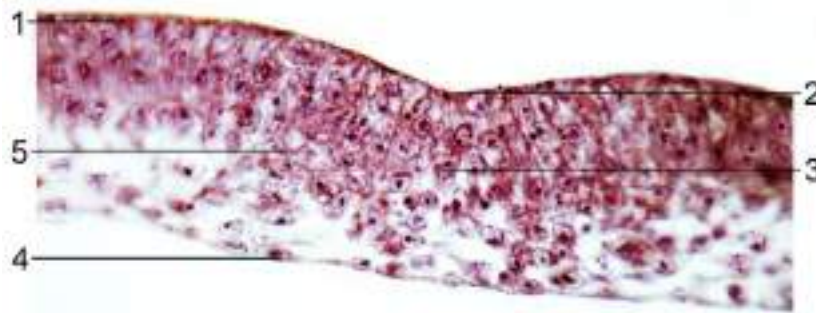
## 12.2. Микропрепараты для изучения и зарисовки

### 1. Препарат «Зародыш цыпленка» (рисунок 64).

*Описание препарата.* При малом увеличении срез представляет собой тонкую полоску с утолщением в ее средней части – это и есть область первичной полоски. Надо ориентировать объект так, чтобы широкий клеточный слой с небольшим углублением располагался сверху.

При большом увеличении видно, что в периферических участках среза клетки верхнего слоя невысокие и высота их увеличивается по мере приближения к центру: они становятся кубическими, а затем столбчатыми в области первичной полоски. Скопление клеток вверху – это первичная полоска, а углубление в ней – первичная бороздка. Клетки в области первичной бороздки располагаются рыхло и имеют булавовидную форму. По обе стороны от первичной по-

лоски зародышевый материал разделен на зародышевые листки – мощную поверхностно расположенную многослойную эктодерму; находящуюся на желтке тонкую однослойную кишечную энтодерму; и лежащую между ними рыхлую мезодерму.



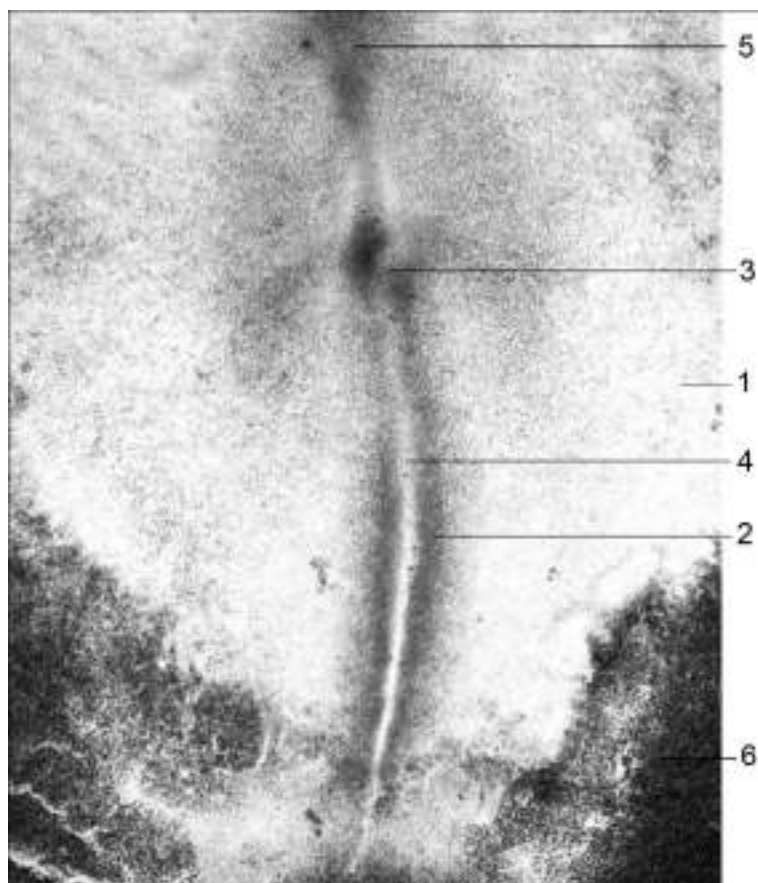
1 – эктодерма; 2 – первичная бороздка; 3 – хордомезодерма;  
4 – энтодерма; 5 – мезодерма

Рисунок 64 – Зародыш цыпленка (Т. Н. Сергеева, В. Г. Сергеев, 2014).

*Задание:* зарисовать и обозначить детали строения зародыша цыпленка на ранней стадии развития.

## **2. Препарат «Зародыш с хордальным выростом (тотальный препарат)» (рисунок 65).**

*Описание препарата.* При малом увеличении нужно ориентировать препарат широкой светлой частью зародышевого бластодиска кверху. Эта часть соответствует переднему концу зародыша. Внутренняя часть бластодиска отделена от желтка подзародышевой полостью – это светлое поле (area pellucida). Наружная часть бластодиска более темная налегает на желток – это темное поле (area opaca). По средней линии светлого поля от заднего суженного конца к переднему широкому тянется первичная полоска, образующая на переднем конце расширение – гензеновский узелок (12 часов инкубации). Через 16 часов инкубации в центральной части первичной полоски появляется светлый желобок – первичная бороздка, переходящая в области гензеновского узелка в первичную ямку. Эти два углубления образовались вследствие миграции клеток. Через боковые края первичной бороздки происходила миграция клеток в латеральном направлении под эктодерму. Так образовался средний зародышевый листок – мезодерма. На данных препаратах закладка мезодермы просвечивает в виде боковых теней около первичной полоски и гензеновского узелка. Через передний край первичной ямки вперед и также под эктодерму мигрировали клетки хордомезодермы (головной отросток), которые видны в виде продольной тени спереди от гензеновского узелка.



1 – светлое поле; 2 – первичная полоска; 3 – гензеновский узелок; 4 – первичная бороздка;  
5 – головной (хордальный) отросток; 6 – темное поле

Рисунок 65 – Зародыш с хордальным выростом (Т. Н. Сергеева, В. Г. Сергеев, 2014).

*Задание:* зарисовать и обозначить детали строения зародыша цыпленка с хордальным выростом.

### **3. Препарат «Тотальный препарат зародыша курицы на стадии поздней нейрулы» (рисунок 66).**

*Описание препарата.* Этот этап приходится на 30-33 час инкубации. У зародыша наблюдается 9 пар сомитов. Передний отдел нервной трубки уже представляет собой зачаток головного мозга. Эмбриональный мозг разделяется перегородками на передний, средний и задний мозговые пузыри. Передний мозг образует боковые выпячивания – зачатки глазных пузырей. Задний мозговой пузырь без резкой границы переходит в спинной мозг.

Передний конец тела обособлен от желтка благодаря продолжающемуся вращению под зародыш головной складки, в результате чего передняя кишка увеличивается в длину. Передние кишечные ворота в этот период находятся на одном уровне с формирующимся сердцем (оно пока имеет вид трубки).



1 – мозговой пузырь; 2 – глазной пузырь; 3 – зачаток сердца; 4 – головная складка; 5 – спинной мозг; 6 – сомиты

Рисунок 66 – Тотальный препарат зародыша курицы на стадии поздней нейрулы (Т. Н. Сергеева, В. Г. Сергеев, 2014).

Продолжается формирование сосудистого поля в области area opaca. Кровяные островки уже представляют собой скопления мезенхимных клеток, где периферический слой этих клеток отделяется от их центральной массы и образует эндотелиальную стенку сосуда, а клетки центральной массы дифференцируются в первичные эритробласты. Островки соединяются между собой, образуя сеть кровеносных капилляров. В теле зародыша кровеносные сосуды образуются тем же способом. Первыми образуются крупные внезародышевые сосуды, связанные с сердцем – желточные вены. В это время сердце слабо изогнуто вправо. Несколько позже появляются головные изгибы и зародыш поворачивает голову.

*Задание:* зарисовать и обозначить детали строения зародыша цыпленка на стадии поздней нейрулы.

**4. Препарат «Сомиты, хорда и нервная трубка (поперечный разрез)»** (рисунок 67).

На малом увеличении необходимо ориентировать объект так, чтобы нервная трубка, имеющая форму овала с щелевидной полостью, оказалась сверху. Под нервной трубкой располагается хорда. По бокам от нервной трубки и хор-

ды отчетливо видны сомиты, нефротомы и спланхнотомы. Париетальный листок спланхнотома обращен к эктодерме, а висцеральный – к энтодерме. Между листками спланхнотома находится вторичная полость тела – целом. Сомиты к этому времени дифференцируются на дерматом, миотом и склератом. В области нефротома проходит вольфов канал – выводной проток выделительной системы. Средняя кишка зародыша еще не замкнута, поэтому кишечная энтодерма постепенно переходит в желточную энтодерму (внезародышевая часть энтодермы). Периферический внезародышевый материал эктодермы, энтодермы и спланхнотов в дальнейшем будет формировать туловищные и амниотические складки, а так же стенку желточного мешка.



1 – эктодерма; 2 – энтодерма; 3 – сомиты; 4 – нефротом (вольфов канал);  
5 – париетальный листок спланхнотомы; 6 – висцеральный листок спланхнотомы; 7 – хорда;  
8 – нервная трубка; 9 – кровеносный сосуд; 10 – целом

Рисунок 67 – Сомиты, хорда и нервная трубка (поперечный разрез)  
(Т. Н. Сергеева, В. Г. Сергеев, 2014).

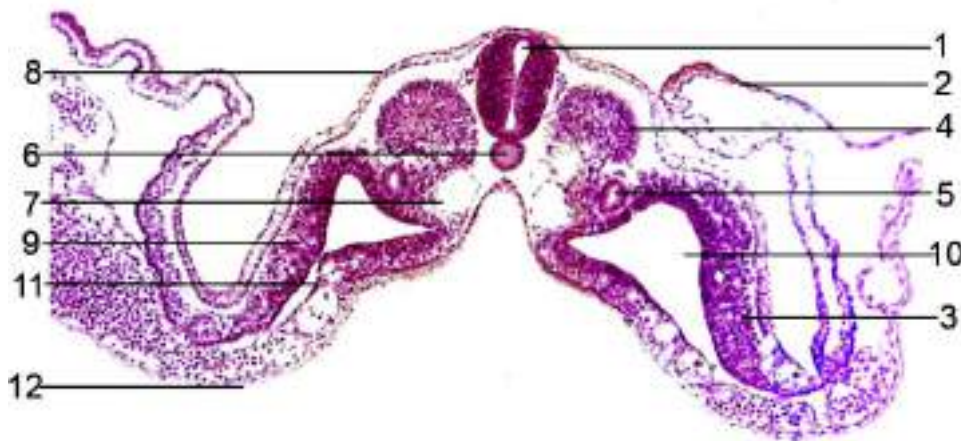
*Задание:* зарисовать и обозначить все элементы.

**5. Препарат «Туловищная и амниотическая складки (поперечный срез)»** (рисунки 68, 69).

На препарате видны те же самые структуры, что и на предыдущем. Кроме того, здесь присутствуют туловищные и амниотические складки. Благодаря образованию туловищных складок зародыш приподнимается над желтком. Эти складки как бы врастают под зародыш. Амнион образуется в виде складок (амниотические) внезародышевой эктодермы и париетального листка мезодермы. Первой появляется головная складка амниона, которая растет назад над головой зародыша, одевая его в виде капюшона (стадия 12-15 пар сомитов). Позже образуются боковые складки, растущие назад и навстречу друг другу и постепенно сливающиеся в направлении к заднему концу тела, где на стадии 27 пар сомитов образуется хвостовая складка амниона. Процесс слияния амниотических складок продолжается до стадии 31-34 пар сомитов (3 суток инкубации).

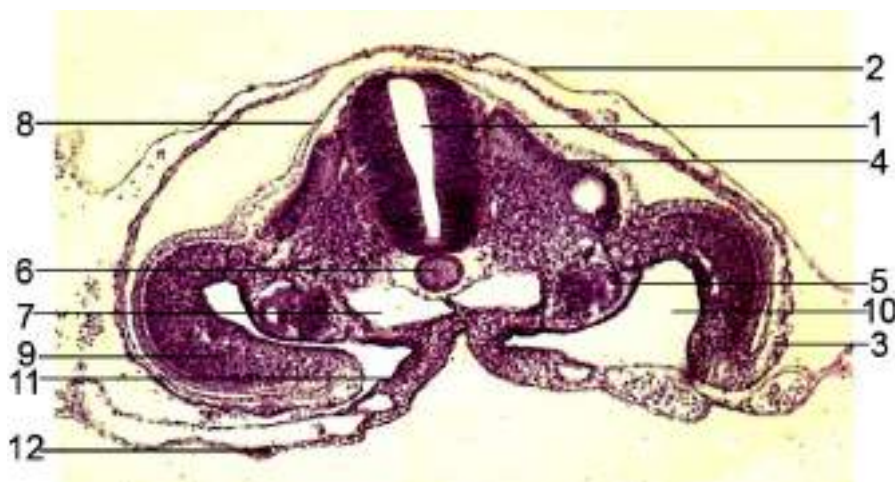
В результате слияния амниотических складок образуется одновременно две оболочки: серозная и амнион, и между ними располагается внезародышевая целомическая полость экзоцелом.

По мере развития серозная оболочка срастается еще с одной внезародышевой оболочкой – аллантоисом и образуется хориоаллантоис. Аллантоис образуется как вырост задней кишки зародыша. Снаружи он покрыт мезодермой, под которой лежит энтодерма.



1 – нервная трубка; 2 – амниотическая складка; 3 – туловищная складка; 4 – сомит; 5 – вольфов канал; 6 – хорда; 7 – дорсальная аорта; 8 – эктодерма; 9 – париентальный спланхнотом; 10 – целом; 11 – висцеральный спланхнотом; 12 – энтодерма

Рисунок 68 – Начало образования амниотических складок (Т. Н. Сергеева, В. Г. Сергеев, 2014).



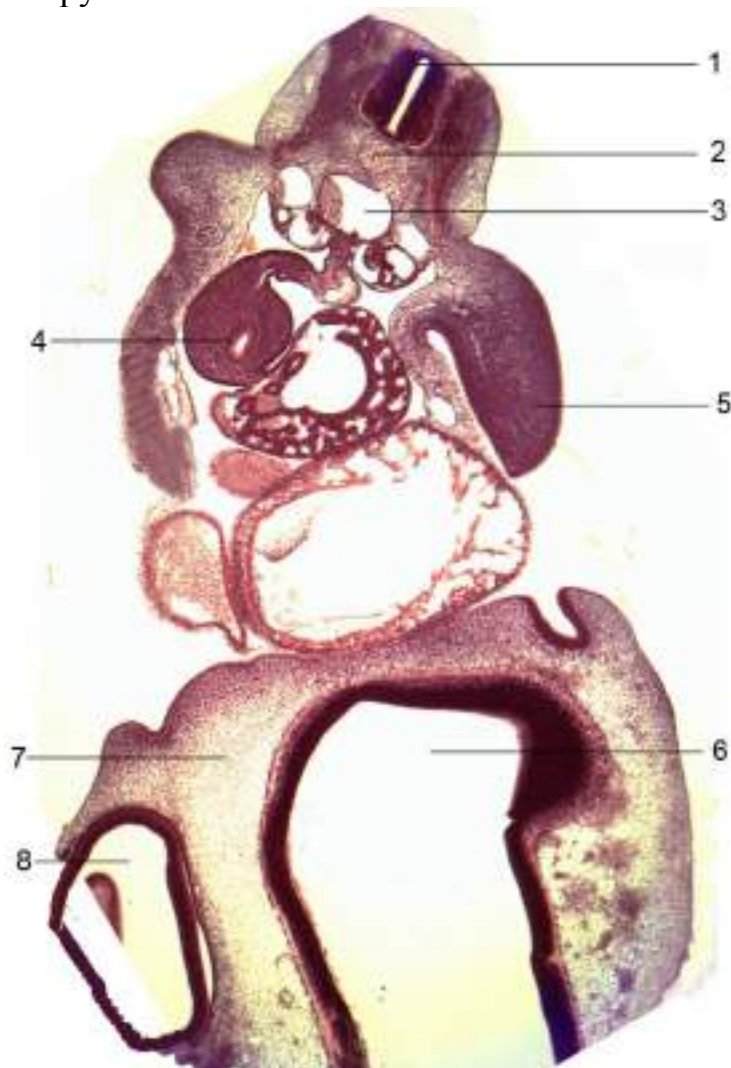
1 – нервная трубка; 2 – амниотическая складка; 3 – туловищная складка; 4 – сомит; 5 – вольфов канал; 6 – хорда; 7 – дорсальная аорта; 8 – эктодерма; 9 – париентальный спланхнотом; 10 – целом; 11 – висцеральный спланхнотом; 12 – энтодерма

Рисунок 69 – Слияние амниотических складок (Т. Н. Сергеева, В. Г. Сергеев, 2014).

*Задание:* зарисовать и обозначить все элементы.

6. Препарат «Поперечный разрез зародыша курицы часов 96 часов инкубации» (рисунок 70).

На данном препарате можно увидеть различные органы куриного эмбриона в зависимости от направления среза. В случае попадания в срез головной части эмбриона, хорошо просматриваются мозговые и глазные пузыри, а так же нервная трубка, спинная аорта, сердце. В случае более каудально направленного среза, различимы органы мочеполовой системы (закладки половых желез, почек) и кишечная трубка.



1 – нервная трубка; 2 – хорда; 3 – аорта; 4 – сердце; 5 – туловищная складка; 6 – полость мозгового пузыря; 7 – мезенхима; 8 – зачаток глаза

Рисунок 70 – Поперечный разрез зародыша курицы часов 96 часов инкубации (Т. Н. Сергеева, В. Г. Сергеев, 2014).

### Вопросы и задания для самоконтроля

1. Какой тип яйцеклетки у зародыша птиц?
2. Охарактеризуйте тип дробления и тип бластулы у зародыша птиц.
3. Дайте понятие об эпибласте, гипобласте и презумптивных зонах.
4. Как у зародыша птиц происходит формирование первичной полоски?

Какова дальнейшая судьба этого клеточного материала?

5. Зачатки каких тканей образуются из первичной эктодермы и энтодермы?
6. Что такое мезенхима? Какие ткани формируются из мезенхимы?
7. Какие внезародышевые органы образуются в период эмбриогенеза птиц?
8. Как происходит образование амниона и серозной оболочки? Какова их функция?
9. Опишите процесс образования желточного мешка и аллантоиса. Какова их функция?
10. Дайте понятие о зародышевой и внезародышевой частях зародышевых листков.

#### *Ситуационные задачи*

1. В эксперименте у зародыша цыпленка поврежден внезародышевой орган, выполняющий функцию выделения метаболитов и газообмена. Какой внезародышевой орган поврежден? Как он образуется у куриного эмбриона?
2. У зародыша цыпленка микроманипулятором разрушили сегментные ножки. Какие нарушения вызовет это экспериментальное воздействие?
3. При исследовании зародыша цыпленка под световым микроскопом видно, что часть клеток первичной эктодермы начинает пригибаться в виде желобка. Какова дальнейшая судьба этого клеточного материала и остальной зародышевой эктодермы?

## ТЕМА 13. РАЗВИТИЕ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

**Цель работы:** изучение особенностей эмбрионального развития млекопитающих.

#### **Ход работы:**

1. Познакомьтесь с особенностями эмбриогенеза млекопитающих на основании теоретического материала.
2. Рассмотрите и зарисуйте микропрепараты:
  - а) препарат 1: «Пуповина свиньи»;
  - б) препарат 2: «Сагиттальный срез зародыша крысы».

### 13.1. Этапы развития млекопитающих

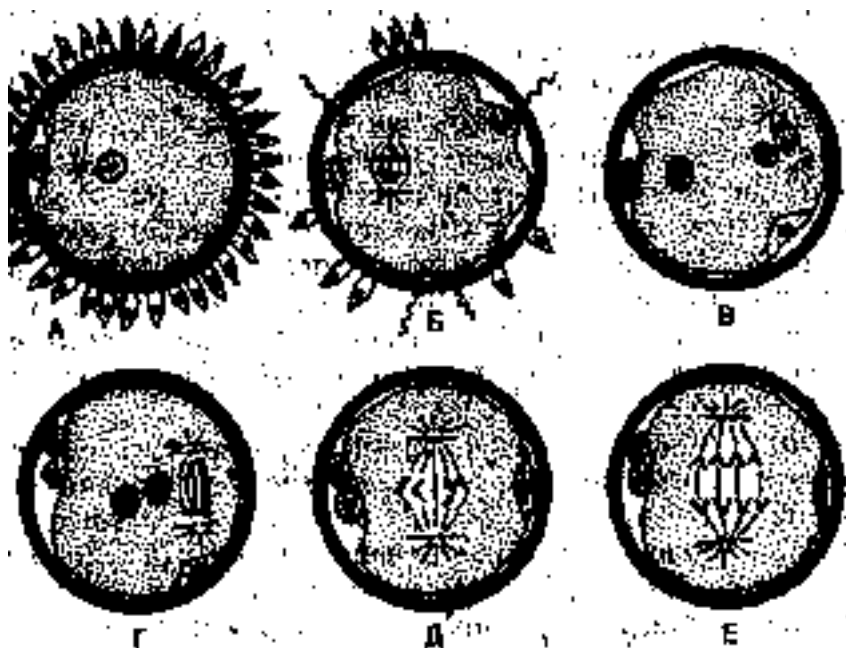
Млекопитающие произошли от яйцекладущих предков – рептилий и перешли в процессе эволюции к живорождению. Эмбрион вынашивается в специальном органе – *матке*, где он обеспечивается питательными веществами и кислородом за счет материнского организма. Все это относится к группе плацентарных млекопитающих. Однако существуют и яйцекладущие млекопитающие и сумчатые. Они сохранили черты эмбрионального развития, свойственные птицам и рептилиям (утконос, кенгуру и др.).

Развитие плацентарных млекопитающих. Органом, осуществляющим связь зародыша с материнским организмом, является плацента. В эмбриогенезе



млекопитающих возникает небольшая, диаметром 100-200 мкм вторично изолецитальная и олиголецитальная яйцеклетка.

Оплодотворение у плацентарных млекопитающих внутреннее, и у большинства млекопитающих сперматозоиды вводятся в верхнюю треть влагалища (рисунок 71). У некоторых, например грызунов, осеменение происходит в матке. Движению спермиев способствуют сокращения стенки матки, маточной трубы, движения ресничек эпителия маточных труб, направленный ток жидкости в маточных трубах и др.

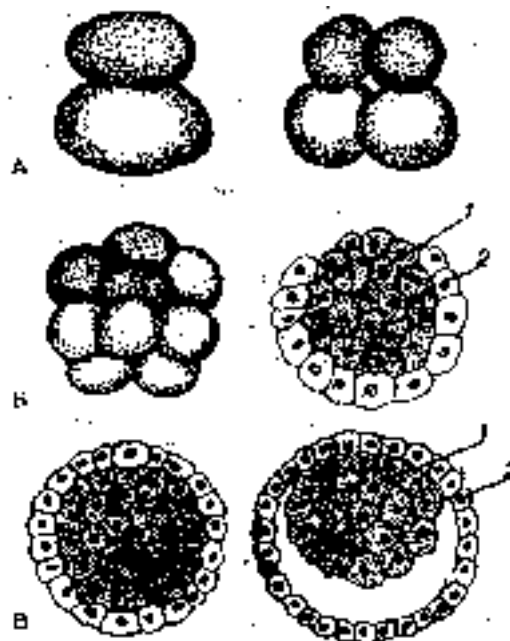


А – первое деление мейоза, формирование первого полярного тельца;  
 Б – овоцит после овуляции в блоке метафазы 2 деления мейоза, контакт со спермиями приводит к снятию блока мейоза и его завершению; В – выделение второго полярного тельца, образование гаплоидного женского пронуклеуса, митотическое деление первого полярного тельца; Г – сближение мужского и женского пронуклеусов, репликация хромосом, подготовка к митозу (первому делению дробления), Д – митоз зиготы, реплицированные хромосомы располагаются в экваториальной плоскости, Е – анафаза митоза, при завершении деления зиготы возникнут две диплоидные клетки – первые бластомеры

Рисунок 71 – Оплодотворение (фертилизация) яйцеклетки плацентарных млекопитающих (Р. К. Данилов, 2003).

После соприкосновения половых клеток спермий проходит через яйцевые оболочки (лучистый венец, прозрачную зону), затем плазматическую мембрану яйцеклетки, после чего становится возможным объединение генетического материала *гамет*. Из акросомы спермия выделяются литические ферменты, которые растворяют яйцевые оболочки. В месте контакта спермия с яйцеклеткой возникает *бугорок оплодотворения*. После слияния плазматических мембран спермин и яйцеклетки бугорок оплодотворения втягивается, транспортируя головку спермия в яйцо. Далее возникает *оболочка оплодотворения*, предотвращающая проникновение других спермиев в женскую половую клетку.

Дробление зиготы полное, неравномерное, асинхронное в результате чего вначале возникает скопление бластомеров в виде тутовой ягоды – морулы, или плотного шарика, последующее дробление приводит к возникновению зародыша с полостью – *бластоцисты* (рисунок 72). В бластоцисте выделяются две части – внутренняя клеточная масса, или *эмбриобласт*, и наружный слой клеток – *трофобласт*.



А – полное асинхронное дробление зиготы, стадии 2 и 4 бластомеров, Б – образование сетчатыми клетками темных (морула), В – образование бластоцисты, формирование полости, обособление темных клеток внутренней клеточной массы от светлых – наружной клеточной массы – трофобласта; 1 – внутренняя клеточная масса, 2 – трофобласт

Рисунок 72 – Дробление и образование бластоцисты млекопитающих (Дюваль, Ван Бенеден, Заварзин, из Кнорре, 1967).

В клетках трофобласта накапливаются протеолитические ферменты, а в клетках эпителия матки созревают рецепторы, обеспечивающие прикрепление зародыша к стенке матки.

Имплантация, или внедрение, совершается в течение 2 суток и включает две фазы: прилипание (*адгезия*) и проникновение (*инвазия*).

Вокруг эмбриобласта рано образуется внезародышевая мезенхима, постилающая трофобласт изнутри. Обе структуры ответственны за развитие хориона - *ворсинчатой оболочки*, которая с участием слизистой оболочки матки формирует плаценту (детское место). Различают несколько видов плацент.

*Эпителиохориальная (полуплацента)* – хорион зародыша прилегает к эпителию; слизистой оболочки матки, а ворсинки хориона проникают в углубления слизистой оболочки матки; не нарушая ее целостности. Питательные вещества и кислород из сосудов стенки матки поступают в кровеносные сосуды ворсинок хориона и далее в зародыш. Данный вид плаценты встречается у свиньи, лошади, китообразных.

*Десмохориальный вид* плаценты встречается у жвачных животных. В этом случае ворсинки хориона разрушают эпителий матки и внедряются в соединительнотканную строму слизистой оболочки.

В *эндотелиохориальной плаценте* формируется еще более тесная связь сосудов ворсинок хориона с тканями матки – ворсинки на достигают стенки маточных сосудов вплоть до эндотелия (этот тип плаценты характерен для хищных животных).

*Гемохориальная плацента* – при ее формировании ворсинки хориона разрушают эндотелий сосудов и омываются кровью материнского организма (приматы, человек).

Развитие желточного мешка, хотя и происходит, функцию питания зародыша он не выполняет (рисунок 73). В стенке желточного мешка формируются первичные половые клетки, стволовые клетки крови, а также сосуды. При этом амнион, аллантоис и желточный мешок развиваются из клеток эмбриобласта. Амнион появляется до возникновения первичной полоски.



1 – зародыш, 2 – туловищная складка, 3 – амниотические складки, 4 – амнион; 5 – желточный мешок, 6 – аллантоис, 7 – хорион

Рисунок 73 – Последовательные стадии образования внезародышевых органов у млекопитающих (Заварзин, из Кнорре, 1967).

У разных млекопитающих механизм образования амниона разный – от видимого сходства с развитием амниона у птиц до возникновения амниотического пузырька в составе эмбриобласта (или сочетания двух поименованных способов). С возникновением амниотического пузырька оставшийся материал эмбриобласта расщепляется способом деламинации на верхнюю (*эпибласт*) и нижнюю (*гипобласт*) клеточные массы. Эпибласт при этом оказывается дном амниотического пузырька. Клетки гипобласта далее выстилают первичный желточный мешок, который затем разделяется перетяжкой на две части – кишечную трубку и собственно желточный мешок. Короткий вырост хвостовой части кишки представляет собой аллантоис.

Последний, как и желточный мешок, не выполняет функции мочевого мешка, однако сосуды аллантоиса имеют большое значение: в жизнеобеспечении зародыша. При соприкосновении стенки аллантоиса с внутренней поверхностью хориона улучшается кровоснабжение и питание зародыша.

После выделения внезародышевых органов, которые могут обеспечить продолжение развития зародыша, заметно активизируются пролиферативные и миграционные процессы в эпибласте.

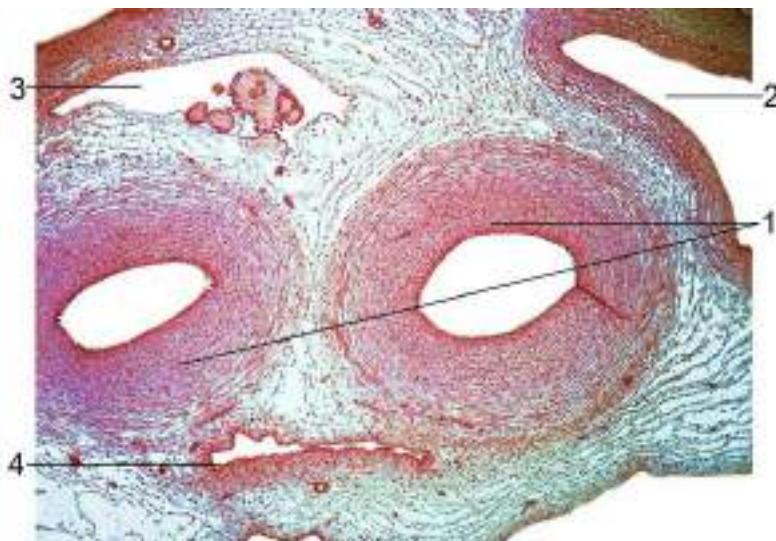
Зародыш связывается с плацентой посредством пупочного канатика. *Плацента* – губчатое образование, состоящее из кровеносных сосудов зародыша, окруженных стромой и клетками хориона ( цито- и симпластотрофобласта). В состав плаценты также входит так называемая *материнская часть*, состоящая из видоизмененной стенки матки с ее тканевыми и органами элементами. В стенке матки зародыш находится интрамурально и заключен в амнион.

Продолжительность эмбриогенеза у различных млекопитающих колеблется в широких пределах – от 21 суток (у крыс), 4 недель (у кроликов), 7-8 месяцев (у человекообразных обезьян) до 18-22 месяцев (у слонов). Рождение зародыша происходит в результате ритмических сокращений стенки матки, разрыва амниона и выхода зародыша во внешнюю среду (при этом пуповина перегрызается самкой). В последующем рождается и плацента (в связи с чем ее именуют *последом*).

### 13.2. Микропрепараты для изучения и зарисовки

#### 1. Препарат «Пуповина свиньи» (рисунок 74).

*Описание препарата.* На препарате представлен поперечный срез пуповины, покрытый амниотическим эпителием. Внезародышевая соединительная ткань, составляющая строму пуповины, имеет студенистый характер и называется «вартонов студень». В состав пуповины входят две артерии, несущие кровь от тела зародыша, и одна вена, несущая кровь к телу зародыша. Кроме того, в составе пуповины встречается желточный мешок в виде узкой щели, выстланный плоским эпителием, и аллантаоис, также в виде небольшой полости, выстланный кубическими клетками.

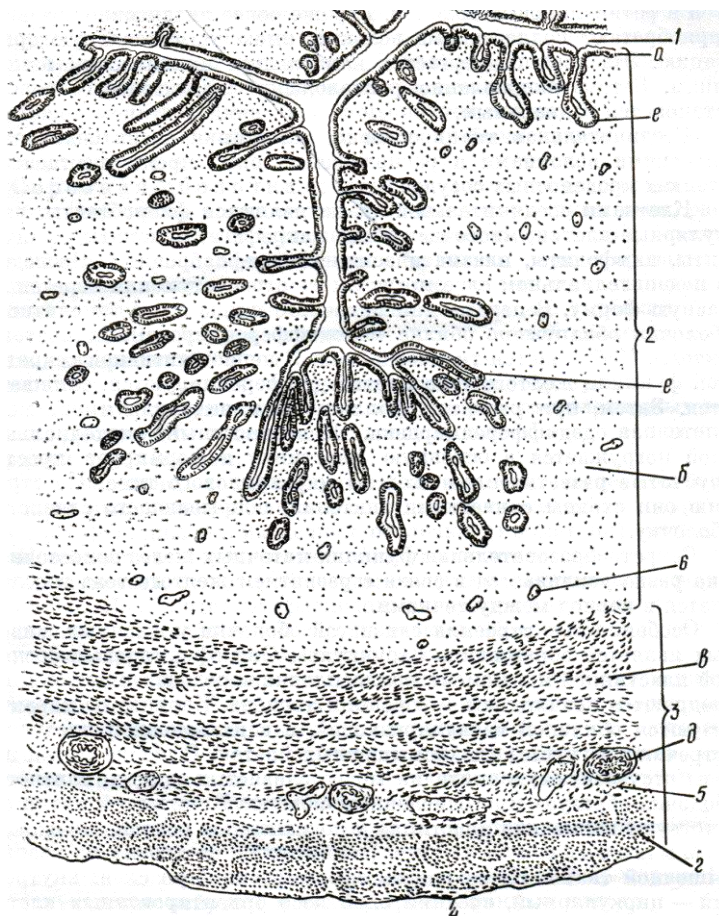


1 – пупочные артерии, 2 – пупочная вена, 3 – желточный мешок, 4 – аллантаоис

Рисунок 74 – Пуповина свиньи (Т. Н. Сергеева, В. Г. Сергеев, 2014).

*Задание:* зарисовать срез пуповины свиньи и обозначить все элементы.

**2. Препарат «Матка кошки (поперечный срез)» (рисунок 75).**



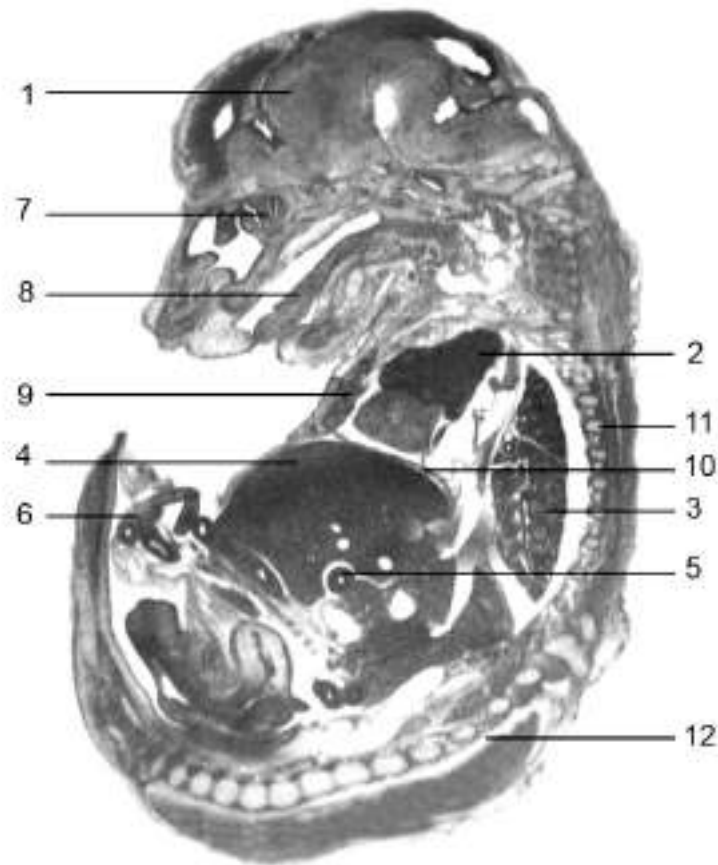
1 – просвет матки; 2 – слизистая оболочка (эндометрий); а - эпителий, б – основная пластинка, 3 – мышечная оболочка (миометрий), в – внутренний кольцевой слой, г – наружный продольный слой, д – сосудистый слой; 4 – серозная оболочка (периметрий), е – железы, 5 – средний слой мышечной оболочки; 6 – кровеносный сосуд

Рисунок 75 – Стенка матки кошки (поперечный срез).

*Задание:* зарисовать и обозначить все элементы.

**3. Препарат «Сагиттальный срез зародыша крысы» (рисунок 76).**

*Описание препарата.* На данном препарате хорошо различимы мозговые пузыри, и канал спинного мозга, верхняя и нижняя челюсть, органы пищеварительной системы – ротовая полость, глотка, пищевод, желудок, петли кишечника и печень. В области грудной клетки отчетливо видны сердце и легкие. Кроме того, могут быть различимы верхние и нижние конечности. Снаружи зародыш окружен тонкой амниотической оболочкой и хорионом, которого отличает характерная ворсинчатая структура.



1 – мозговой пузырь; 2 – сердце; 3 – легкие; 4 – печень 5 – кишечная трубка; 6 – пупочный канатик; 7 – глаз; 8 – язык; 9 – ребра; 10 – диафрагма; 11 – тела позвонков; 12 – спинной мозг

Рисунок 76 – Сагиттальный срез зародыша крысы (Т. Н. Сергеева, В. Г. Сергеев, 2014).

*Задание:* зарисовать зародыш крысы и обозначить все элементы.

### **Вопросы и задания для самоконтроля**

1. Каковы особенности дробления у млекопитающих?
2. Какова роль явления компактизации (объясните, используя экспериментальные данные).
3. Какова роль прозрачной оболочки?
4. Как проходит гастрюляция у млекопитающих?
5. Сформулируйте основные особенности эмбрионального развития млекопитающих.

### *Ситуационные задачи*

1. Зародыши всех позвоночных животных и человека в процессе дифференцировки клеточного материала проходят стадию обособления сначала двух, а затем трех зародышевых листов. Назовите эти листки. О чем свидетельствует общность их строения и путей дифференцировки у различных классов позвоночных?

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алмазов И.В., Сутулов Л.С. Атлас по гистологии и эмбриологии. М.: Медицина, 1978
2. Атлас. Цитология, гистология эмбриология / под ред. Волкова О.В., Елецкий Ю.К. М.: Медицина, 1996.
3. Афанасьев Ю.И., Юрина Н.А., Котовский Е.Ф. [и др.] Гистология, эмбриология, цитология. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 800 с.
4. Бойчук Н.В., Исламов Р.Р., Кузнецов С.Л. [и др.] Гистология, эмбриология, цитология. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. - 405 с.
5. Болотов, А. В. Биология размножения и развития. Раздел: биология индивидуального развития: учебное пособие / А. В. Болотов. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2011. – 217 с.
6. Быков В.Л. Гистология, цитология и эмбриология: атлас. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. -296 с.
7. Гилберт С. Биология развитая (в 3-х томах). М: Мир, 1993.
8. Данилов, Р. К. Общая и медицинская эмбриология / Р. К. Данилов, Т. Г. Боровая. – СПб.: СпецЛит, 2003. – 231 с.
9. Дондуа А.К. Биология развития. М: СПбГУ, 2005., Т 1. – 295 с.
10. Дондуа А.К. Биология развития. М: СПбГУ, 2005., Т 2. – 239 с.
11. Корочкин Л.И. Биология индивидуального развития. М: МГУ, 2002. – 264 с.
12. Лабораторные занятия по курсу гистологии, цитологии и эмбриологии. Под ред. Афанасьева Ю.И. Изд-во Высшая школа, 1990.
13. Общая и медицинская эмбриология: учебное пособие /под ред. Э. И. Васильковича. – Ростов н/Д: Феникс, 2008. – 395 с.
14. Объекты биологии развития / под ред. Детлаф Т.А. М.: Наука, 1975.
15. Практикум по гистологии, цитологии и эмбриологии / под ред. Н. А. Юриной, А. И. Радостиной. – М.: Изд-во УДН, 1989. – 253 с.
16. Практикум по эмбриологии. Под ред. Ивановой-Казас О.М., Изд-во Ленингр. Ун-та, 1986 г.
17. Присный, А. А. Биология размножения и развития: учебное пособие / А. А. Присный. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2011. – 255 с.
18. Рябов К.П. Гистология с основами эмбриологии. Учебное пособие, 1990.
19. Сергеева, Т. Н. Биология размножения и развития: учебно-методическое пособие / Т. Н. Сергеева, В. Г. Сергеев. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2014. – 72 с.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Рязанский государственный агротехнологический университет  
имени П.А. Костычева»

**Кафедра селекции и семеноводства, агрохимии, лесного дела и экологии**

## **Методические указания**

**ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ГЕОХИМИЯ И ГЕОФИЗИКА БИОСФЕРЫ»  
ДЛЯ СТУДЕНТОВ ФАКУЛЬТЕТА ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ И  
БИОТЕХНОЛОГИИ  
ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 06.03.01. БИОЛОГИЯ**

Рязань 2019



Составители: доцент Хабарова Т.В. кафедры селекции и семеноводства, агрохимии, лесного дела и экологии

Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Геохимия и геофизика биосферы» для студентов 3 курса факультета Ветеринарной медицины и биотехнологии по направлению подготовки 06.03.01 Биология. – Рязань: РГАТУ, 2019. - 34с.

Методические указания рассмотрены на заседании кафедры селекции и семеноводства, агрохимии, лесного дела и экологии протокол № 1 «30» августа 2019 г.

Заведующий кафедрой



Г.Н. Фадькин

Методические указания утверждены учебно-методической комиссией по направлению подготовки 06.03.01 Биология

№ 1 от 30 августа 2019 г

Председатель учебно-методической комиссии



О.А. Федосова

## Оглавление

	Введение	4
1	Кларки концентрации (КК) и рассеяния (КР).	5
2	Физико-химические процессы в почвах	7
3	Суммарный показатель загрязнения почвы (СПЗ).	8
4	Технофильность и деструктивная активность элементов.	15
5	Коэффициент биологического поглощения	19
6	Эколого-геохимическая оценка состояния окружающей среды	25
7	Определение уровней радиационного загрязнения.	26
7.1.	Контроль за количеством радионуклида попавшего внутрь организма.	29
	Контрольные вопросы	33
	Список литературы	35

## Введение

Практические занятия по дисциплине «Геохимия и геофизика биосферы» необходимы для углубления теоретического материала и формирования компетенций по данной дисциплине.

В методическом указании рассмотрены основные геохимические и геофизические расчеты, применяемые для определения ряда показателей.

В результате выполнения практических работ обучающий углубляет знания по данной дисциплине в области: закономерности распределения химических элементов в различных геосферах; законы поведения, сочетания и миграции элементов в природных и антропогенных экосистемах; экологические последствия нарушения человеком природных биогеохимических циклов; понимать взаимосвязь абиотических факторов и биотической компоненты экосистем; представление о геохимических и геофизических основах токсичности химических и физических элементов и о пределах толерантности организмов;

учится применять: информацию о химическом составе структурных составляющих биосферы, общих закономерностях распределения и особенностях поведения химических элементов применительно к решению проблем, связанных с оценками риска химического и физического загрязнения окружающей среды для биотической компоненты биосферы, биологической продуктивности экосистем, здоровья человека, а также возможностями экологической адаптации организмов; применять геохимические и геофизические методы исследований при решении вопросов мониторинга биосферы; использовать геохимические и геофизические показатели для оценки экологического состояния окружающей среды; определять типы физических и химических загрязнителей биосферы; оценивать количественный уровень физического и химического загрязнения экологических систем.

## Практическая работа № 1

### КЛАРКИ КОНЦЕНТРАЦИИ И РАССЕЯНИЯ

**Цель работы:** Изучить кларки концентрации и рассеяния

**Задача:** научиться рассчитывать кларки концентрации и рассеяния

#### Вводные пояснения:

**Кларки концентрации (КК)**- показатель, введенный в 1937г. В.И. Вернадским для количественной характеристики степени отличия содержания химического элемента в той или иной конкретной природной системе или ее части от кларка литосферы. При их расчете обычно в качестве эталона используют кларки литосферы по Виноградову (1962), хотя в связи с постоянным уточнением среднего состава земной коры можно использовать и данные других авторов.

Кларк концентрации- это отношение содержания элемента в данной системе (горной породе, руде, минерале, почве, растении) к его кларку в земной коре:

$$КК = C_i / K > 1$$

Эта величина всегда больше 0. Если КК=1, то содержание элемента в объекте равно его содержанию в литосфере. Если КК элемента меньше 1, то для большей контрастности показателя целесообразно рассчитывать обратную величину- кларк рассеяния (КР)- отношение кларка элемента в литосфере к его содержанию в данной системе:

$$КР = K / C_i > 1$$

Таким образом, кларки концентрации и кларки рассеяния – показатели, характеризующие относительную распространенность химических элементов в природе и позволяющие судить о концентрации или рассеянии химического элемента в исследуемой системе относительно литосферы. При этом КК показывает, во сколько раз кларк больше содержания в данном объекте.

Расчет КК и КР можно проводить и по отношению к кларкам отдельных частей литосферы. Например, при изучении региональных особенностей накопления химических элементов в разных типах пород их содержание можно сравнивать с кларковым в соответствующих породах; концентрации в различных

растениях – скларками в почвах мира и т.д.

**Задания:**

**Задание 1.** Подсчет кларков концентрации и рассеяния для 2-х из приведенных в таблицы горных пород по формулам

$KK=Ci/K>1$ ,  $KP = K / Ci >1$ , где  $Ci$ - содержание в породах,  $K$ -кларк литосферы.

**Задание 2** Ранжирование значений  $KK$  и  $KP$  для эталонного объекта.  $KK$  в порядке убывания.  $KP$  в порядке возрастания

**Форма отчета:** Выполненные задания, защита.

Талица 1- Содержание химических элементов в различных типах горных пород, мг/кг

Горные породы	ЭЛЕМЕНТЫ											
	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Sr	Zr	Mo	Ba	Pb
Каменные метеориты	70	25	800	13500	100	50	0,3	10	30	0,6	6	0,2
Ультраосновные	40	2000	200	2000	20	30	0,5	10	30	0,2	6	0,1
Основные	200	200	45	160	100	130	2	440	100	1,4	300	8
Средние	100	50	10	55	35	72	2,4	800	260	0,9	650	15
Кислые	40	25	5	8	20	60	1,5	300	200	1	830	20
Глины	130	90	19	68	45	95	1,3	300	160	2,6	580	20
Песчаные	20	35	0,3	2	1	16	1	20	220	0,2	10	7
Карбонатные	20	11	0,1	2	4	20	1	610	20	0,4	10	9
Глубоководные известковые осадки	20	11	7	30	30	35	1	2000	20	0,03	190	9
Глубоководные глинные осадки	120	90	740	225	250	165	13	180	150	27	2300	80
Уголь	20	18	5	10	10	35	25	80	50	2	150	15
Торф	17	7	2,6	8	7	16	10	20	15	0,9	70	1,8
Литосфера (Виноградов, 1962)	90	83	18	58	47	83	1,7	340	170	1,1	650	16

**Практическая работа № 2**

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПОЧВАХ**

## ОЦЕНКА ФОНОВЫХ И АНОМАЛЬНЫХ СОДЕРЖАНИЙ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЛАНДШАФТНЫХ СРЕДАХ

**Цель работы:** научиться рассчитывать фоновые и аномальные содержания химических элементов в ландшафтах.

**Задачи работы.** Знакомство студентов с методами расчета фоновых и аномальных содержаний химических элементов

**Учебный материал.** Таблицы результатов химических анализов почвенных проб на различные химические элементы. Конспект лекций. Листы миллиметровой бумаги и кальки формата А4.

**Порядок работы.** Заранее ознакомившись с теоретическими материалами, студенты, под руководством преподавателя, выносят на схемы опробования результаты определения содержаний конкретного элемента. Затем они рассчитывают основные статистические параметры (среднее содержание, дисперсию, коэффициент вариации) для данного элемента, сначала, принимая, что закон его распределения является нормальным, а затем – логнормальным. Перед расчетом основных параметров обязательно проводится предварительная очистка выборок для исключения заведомо аномальных значений. После этого определяется порог аномальности, как величина, отличающаяся от среднего содержания на три среднеквадратичных отклонения (аномалия первого порядка).

После этого определяются фоновое и аномальные содержания элемента. Затем рассчитываются аномальные значения для аномалий разного порядка и на схеме опробования, в соответствии с содержаниями химического элемента в каждой точке отбора проб, оконтуриваются (методом изолиний) поля соответствующих фоновых и аномальных значений различной интенсивности (порядка). Если величина порога аномальности оказывается промежуточной между значениями в точках отбора проб, осуществляется интерполяция.

После этого студенты знакомятся по учебным картам геохимических полей с основными методами выделения полиэлементных аномалий, такими как:

Метод наложения.

Аддитивный метод (суммирование значений).

Мультипликативный метод (перемножение значений).

Преподаватель обращает внимание студентов на то, что методы (2) и (3) применимы только для ассоциаций элементов, то есть лишь в тех случаях, когда два элемента или более тесно связаны между собой в процессах миграции.

**Оформление работы.** Результат работы оформляется в рабочих тетрадях, в которых приводятся порядок расчета и значения фоновых и аномальных содержаний элемента и вклеивается схема отбора проб с нанесенными на нее результатами определения содержаний элемента и оконтуренными аномалиями различных порядков. Затем эти аномалии закрашиваются цветными карандашами разным цветом: положительные – красным, а отрицательные – синим, причем интенсивность закрашки определяется интенсивностью (порядком) аномалий. Поля на схеме опробования с фоновыми содержаниями элемента не закрашиваются или закрашиваются желтым цветом. Защита работы производится в форме собеседования с преподавателем.

### **Практическая работа № 3**

#### **СУММАРНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ**

**Цель работы:** оценить последствия загрязнения почвы токсикантами.

**Задача:** освоить метод расчета суммарный показатель загрязнения почвы.

**Вводные пояснения:**

Студенты в команде определяют суммарный показатель загрязнения почв, определяют категорию загрязнения и оценку последствия загрязнения почвы. Каждая команда делает отчет и свои вносит свои предложения по устранению загрязнения почв и улучшения её свойств.

**Теория:**

Поскольку техногенные аномалии обычно имеют полуэлементный состав,

для них рассчитываются суммарный показатель загрязнения  $Z_c$  (СПЗ), характеризующий эффект воздействия группы элементов. Показатель рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_c - (n - 1)$$

где  $K_c$ - коэффициент концентрации, который рассчитывается как отношение содержания элемента в исследуемом объекте  $C$  к среднему фоновому его содержанию  $C_f$ :  $K_c = C/C_f$ , причем  $K_c > 1$ ;

$n$ - число учитываемых аномальных элементов.

Суммарные показатели загрязнения рассчитываются для различных компонентов ландшафта- почв, снега, донных отложений. Этот показатель может определяться как для содержания в отдельной пробе, так и для участка территории (района, функциональной зоны, очага ореола). В последнем случае исследование ведется по геохимическим выборкам.

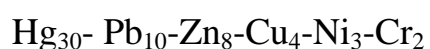
Анализ распределения геохимических показателей, получаемых в результате опробования почв по регулярной сети, дает пространственную структуру загрязнения селитебных территорий и воздушного бассейна с наибольшим риском для здоровья населения. Оценка опасности загрязнения почв комплексом элементов по показателю  $Z_c$  проводится по оценочной шкале, градации которой разработаны на основе изучения показателей состояния здоровья населения, проживающего на территориях с различным уровнем загрязнения почв.

**Ориентировочная оценочная шкала опасности загрязнения почв по суммарному показателю загрязнения**



Категория загрязнения почв	Величина $Z_c$	Изменение показателей здоровья населения в очагах загрязнения
Допустимая	Менее 16	Наиболее низкий уровень заболеваемости детей и минимальная частота встречаемости функциональных отклонений
Умеренно опасная	16-32	Увеличение общей заболеваемости
Опасная	32-128	Увеличение общей заболеваемости, числа часто болеющих детей, детей с хроническим заболеваниями, нарушение функционального состояния сердечно-сосудистых систем
Чрезвычайно опасная	Более 128	Увеличение заболеваемости детского населения, нарушение репродуктивной функции женщин (увеличение токсикоза беременности, числа преждевременных родов, мертворождаемости, гипотрофий новорожденных)

Каждая выборка может быть представлена в виде набора относительных характеристик аномальности химических элементов. Такой набор позволяет дать качественную и количественную оценку геохимической ассоциации исследуемого объекта. Например, городская ассоциация может быть представлена следующей формулой накапливающих элементов:



Цифровой индекс около символов элементов представляют собой коэффициенты концентрации  $K_c$ .

### **Задание**

Расчет СПЗ по формуле с учетом следующих величин фоновых содержаний элементов: Mn- 700, Ni- 25, Co-12, V- 100, Cr- 120, Mo- 1,8,Cu- 30, Pb- 25, Zn-75, Sn- 3,3 мг/кг.

Фоновое содержание элементов:

1. Mn- 700, Ni- 25, Co-12, V- 100, Cr- 120, Mo- 1,8,Cu- 30, Pb- 25, Zn-75, Sn- 3,3 мг/кг.

2. Mn- 600, Ni- 30, Co-10, V- 95, Cr- 140, Mo- 1,5,Cu- 40, Pb- 35, Zn-55, Sn- 2,3 мг/кг.

3. Mn- 800, Ni- 45, Co-22, V- 100, Cr- 130, Mo- 1,9,Cu- 50, Pb- 35, Zn-65, Sn- 3,1 мг/кг.

4. Mn- 700, Ni- 45, Co-12, V- 80, Cr- 120, Mo- 1,8,Cu- 30, Pb- 25, Zn-75, Sn- 3,3 мг/кг.

5. Mn- 700, Ni- 25, Co-12, V- 100, Cr- 120, Mo- 1,5,Cu- 30, Pb- 20, Zn-70, Sn- 3,3 мг/кг.

6. Mn- 500, Ni- 25, Co-15, V- 100, Cr- 135, Mo- 1,8,Cu- 35, Pb- 28, Zn-65, Sn- 2,3 мг/кг.

7. Mn- 600, Ni- 35, Co-16, V- 80, Cr- 140, Mo- 1,6,Cu- 35, Pb- 25, Zn-75, Sn- 3,3 мг/кг.

8. Mn- 650, Ni- 20, Co-10, V- 150, Cr- 110, Mo- 1,7,Cu- 36, Pb- 28, Zn-74, Sn- 3,3 мг/кг.

9. Mn- 750, Ni- 23, Co-18, V- 100, Cr- 140, Mo- 1,3,Cu- 20, Pb- 25, Zn-55, Sn- 3,2 мг/кг.

10. Mn- 780, Ni- 35, Co-19, V- 100, Cr- 100, Mo- 1,8,Cu- 30, Pb- 15, Zn-85, Sn- 3,1 мг/кг.

11. Mn- 700, Ni- 45, Co-12, V- 100, Cr- 160, Mo- 1,8,Cu- 40, Pb- 25, Zn-85, Sn- 1,3 мг/кг.

12. Mn- 700, Ni- 35, Co-12, V- 100, Cr- 110, Mo- 1,5,Cu- 30, Pb- 15, Zn-75, Sn- 5,3 мг/кг.

Таблица 2- Содержание химических элементов в верхнем почвенном

горизонте, мг/кг

№ профиля	№ точки	Mn	Ni	Co	V	Cr	Mo	Cu	Pb	Zn	Sn
1	1	500	30	8	80	150	1,5	30	20	100	3
	2	600	20	10	100	200	2	40	30	150	4
	3	600	20	10	100	500	4	100	150	500	10
	4	600	20	10	200	600	2	150	200	400	6
	5	600	20	8	150	400	3	200	200	600	8
	6	800	20	8	100	200	2	100	600	200	4
2	1	600	40	15	150	150	1,5	40	30	100	3
	2	600	20	10	150	300	2	300	150	500	10
	3	800	20	10	150	400	1,5	500	150	2000	10
	4	500	20	10	100	150	2	300	500	500	20
	5	1500	40	30	200	500	8	400	500	600	3
	6	2000	20	6	150	2000	4	150	100	800	20
3	1	600	20	8	100	200	1,5	60	80	1500	10
	2	600	30	8	200	150	1,5	500	400	1000	15
	3	1000	40	10	200	400	3	150	150	2000	100
	4	1000	20	10	150	600	3	400	1500	2000	200
	5	2000	20	8	150	800	4	1000	3000	1500	20
	6	2000	50	30	200	800	4	500	3000	3000	5
4	1	500	30	10	150	300	3	80	500	200	3
	2	1500	20	15	300	500	2	200	300	500	30
	3	800	50	20	300	1000	4	400	800	2000	15
	4	2000	30	20	150	1000	10	1000	1500	2000	40
	5	3000	80	30	300	2000	15	1000	1500	2000	100
	6	2000	60	30	400	1500	10	1000	1500	3000	200
5	1	800	20	8	100	150	3	40	40	200	4
	2	1500	30	15	200	300	5	100	300	500	10

	3	800	20	10	100	300	1,5	400	600	400	10
	4	3000	40	20	400	1000	15	1000	1500	800	30
	5	1000	80	20	200	2000	3	200	150	800	20
	6	600	20	10	150	300	6	300	1000	500	30
6	1	600	30	10	100	200	2	30	30	60	3
	2	800	30	8	150	200	2	50	60	150	3
	3	500	20	10	150	600	10	40	50	300	60
	4	600	30	15	100	200	3	200	150	800	6
	5	800	20	8	150	800	2	300	100	500	5
	6	800	30	20	300	400	1,5	200	300	200	15
7	1	600	20	10	50	100	1,5	50	40	150	5
	2	600	20	10	105	200	2	40	30	100	6
	3	500	20	10	150	600	10	40	50	300	60
	4	600	30	15	100	250	3	200	150	800	6
	5	600	20	8	150	400	3	200	200	600	8
	6	800	20	8	100	230	2	100	600	200	4
8	1	600	40	15	150	150	1,5	40	30	100	3
	2	2000	20	8	150	800	4	1000	3000	1500	20
	3	2000	50	35	200	840	4	500	3000	3000	5
	4	500	20	10	100	150	2	300	500	500	20
	5	1500	40	30	200	500	8	400	500	600	3
	6	2000	20	8	150	2000	4	150	100	800	25
9	1	600	20	8	100	200	1,5	60	80	1500	10
	2	600	30	8	200	150	1,5	500	400	1000	15
	3	500	20	10	150	600	10	40	50	300	60
	4	600	30	15	100	200	3	200	150	800	6
	5	2000	20	8	150	800	4	1000	3000	1500	20
	6	2000	50	30	200	840	4	500	3000	3000	5
10	1	500	30	10	150	300	3	80	500	200	2

	2	1500	20	15	300	500	2	200	300	500	30
	3	800	50	20	300	1000	4	400	800	2000	15
	4	2000	30	20	150	1000	11	1000	1500	2000	40
	5	600	30	8	200	150	1,5	500	400	1000	15
	6	1000	40	10	200	400	3	150	150	2000	100
11	1	800	20	8	100	150	3	40	40	200	4
	2	1500	30	15	200	300	5	100	300	500	10
	3	800	20	10	100	300	1,5	400	600	400	10
	4	3000	40	20	400	1000	15	1000	1500	800	30
	5	1000	80	20	200	2000	3	200	150	800	20
	6	600	20	10	150	300	6	300	1000	500	30
12	1	600	30	10	100	200	2	30	30	60	3
	2	800	30	9	150	200	2	50	60	150	3
	3	1500	30	15	200	300	5	100	300	500	10
	4	800	20	10	100	300	1,3	400	600	400	15
	5	800	20	8	150	800	2	300	100	500	5
	6	800	30	20	300	400	1,4	200	300	200	13

#### Практическая работа № 4

**ТЕХНОФИЛЬНАЯ И ДЕСТРУКЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ  
ЭЛЕМЕНТОВ**

**Цель работы:** Изучить технофильную и деструктивную активность элементов.

**Задача:** научиться рассчитывать технофильную и деструктивную активность элементов.

**Вводное пояснение:**

Вовлечение химических элементов в циклы техногенной миграции характеризует ряд показателей. Среди них следует отметить *технофильность элемента* ( $T_x$ ). По определению А. И. Перельмана (1972), этот показатель фиксирует соотношения и связи между использованием химического элемента человечеством и распространённостью в земной коре. Критерием использования выбрана величина его добычи.

Технофильность рассчитывается по формуле:

$$T_x = D/K,$$

где  $D$  – ежегодная добыча этого элемента (в тоннах),  $K$  - его кларк в литосфере. Таким образом, этот показатель характеризует добычу элемента в единицах кларков. Технофильность можно рассчитывать для отдельной страны, группы стран, всего мира. Естественно, она очень динамична. Рост технофильности свидетельствует об увеличении интенсивности вовлечения изучаемого элемента в техногенную миграцию по сравнению с другими (если сравнивается технофильность разных элементов) или в координате времени (если сравнивается технофильность одного и того же элемента в разные периоды). В настоящее время наиболее технофильным элементом является  $C$ , что отражает огромную важность энергии; технофильны  $Y$ ,  $Ga$ ,  $Cs$ ,  $Th$ .

Технофильность элементов колеблется в миллионы раз, в то время как контрасты кларков составляют миллиарды. Следовательно, техногенез ведёт к уменьшению геохимической контрастности ноосферы (по сравнению с биосферой и земной корой). При техногенезе накапливаются наиболее технофильные элементы: человечество «перекачивает» на земную поверхность из глубин элементы рудных месторождений. В результате по сравнению с природным культурный ландшафт обогащается  $Pb$ ,  $Hg$ ,  $Cu$ ,  $Sn$ ,  $Sb$  и другими

элементами.

Другой аспект связан с оценкой степени опасности элементов, вовлекаемых при техногенезе в природную среду, для живого вещества в биосфере. Для её количественной характеристики М. А. Глазовской (1976) введено понятие о *деструкционной активности элементов техногенеза* ( $D_x$ ). Этот показатель рассчитывается по формуле:

$$D_x = T_x / B_x,$$

где  $T_x$  и  $B_x$  – технофильность и биофильность (кларк концентрации в живом веществе) химического элемента. Этот показатель, так же, как и технофильность, непостоянен во времени может расти с увеличением добычи элемента. Чем больше технофильность элемента и меньше его биофильность, т.е., чем больше величина деструкционной активности, тем опаснее он для живого вещества. В настоящее время максимальной  $D$  отличается ртуть; к элементам с очень слабой  $D$  относятся такие биофилы, как кальций, магний, калий.

### **Задания:**

*Исходные материалы.* Для выполнения работы студентам предоставляются данные о величине ежегодной мировой добычи, кларке литосферы и биофильности 10-ти элементов.

*Задание 1.* Рассчитать для каждого элемента величины  $T_x$  и  $D_x$ .

*Задание 2.* Сгруппировать полученные значения в ранжированные ряды по убыванию каждого показателя.

*Задание 3.* Выделить группы элементов по близким значениям технофильности и деструкционной активности и объяснить в заключении полученные результаты.

**Форма отчета:** решение задач, защита.

Таблица 3- Кларк, ежегодная добыча и биофильность химических элементов

№ варианта	Элементы	Кларк, %	Добыча (Д), т/год	Биофильность, Б <sub>х</sub>	№ варианта	Элементы	Кларк, %	Добыча (Д), т/год	Биофильность, Б <sub>х</sub>
1	C	2,7x 10 <sup>-2</sup>	2,3x10 <sup>9</sup>	780	3	Li	3,2x10 <sup>-3</sup>	6,4x10 <sup>2</sup>	1,7x10 <sup>-2</sup>
	Na	2,5	5x10 <sup>7</sup>	8x10 <sup>-3</sup>		F	6,6x10 <sup>-2</sup>	1,3x10 <sup>6</sup>	7x10 <sup>-3</sup>
	S	4,7x10 <sup>-2</sup>	1,9x10 <sup>7</sup>	1		Al	8,05	5,6x10 <sup>6</sup>	5x10 <sup>-4</sup>
	K	2,5	10 <sup>7</sup>	0,12		Si	29,5	2,4x10 <sup>9</sup>	6x10 <sup>-3</sup>
	Cr	8,3x 10 <sup>-3</sup>	1,7x10 <sup>6</sup>	8x10 <sup>-3</sup>		Mn	0,1	6x10 <sup>6</sup>	9,6x10 <sup>-2</sup>
	Fe	4,65	3,1x10 <sup>8</sup>	2x10 <sup>-3</sup>		Br	2,1x10 <sup>-4</sup>	10 <sup>5</sup>	0,7
	Co	1,8 x10 <sup>-3</sup>	1,3x10 <sup>4</sup>	2,2x10 <sup>-2</sup>		Zr	1,7x10 <sup>-2</sup>	10 <sup>5</sup>	1,7x10 <sup>-2</sup>
	Cu	4,7 x10 <sup>-3</sup>	4,7x10 <sup>6</sup>	6,8x10 <sup>-2</sup>		Mo	1,1x10 <sup>-4</sup>	4,4x10 <sup>4</sup>	0,18
	Cs	3,7 x10 <sup>-4</sup>	1	1,6x10 <sup>-2</sup>		Cd	1,3x10 <sup>-5</sup>	1,3x10 <sup>4</sup>	1,5x10 <sup>-2</sup>
	U	2,5x 10 <sup>-4</sup>	3x10 <sup>4</sup>	3,2x10 <sup>-3</sup>		Hg	8,3x10 <sup>-6</sup>	8,3x10 <sup>3</sup>	6x10 <sup>-2</sup>
2	Mg	1,87	1,9x10 <sup>6</sup>	2x10 <sup>-2</sup>	4	B	1,2x10 <sup>-3</sup>	1,2x10 <sup>5</sup>	0,8
	Cl	1,7x10 <sup>-2</sup>	5x10 <sup>7</sup>	1,1		P	9,3x10 <sup>-2</sup>	1,9x10 <sup>7</sup>	0,75
	Ca	2,96	2,4x10 <sup>9</sup>	0,17		Ti	0,45	4,5x10 <sup>5</sup>	2,8x10 <sup>-3</sup>
	Ni	5,8x10 <sup>-3</sup>	4x10 <sup>5</sup>	1,3x10 <sup>-2</sup>		V	9x10 <sup>-3</sup>	7,2x10 <sup>3</sup>	6x10 <sup>-3</sup>
	Ga	1,9x10 <sup>-3</sup>	2,6	10 <sup>-3</sup>		Zn	8,3x10 <sup>-3</sup>	3,3x10 <sup>6</sup>	0,24
	Rb	1,5x10 <sup>-2</sup>	2x10 <sup>3</sup>	1,3x10 <sup>-2</sup>		As	1,7x10 <sup>-4</sup>	1,7x10 <sup>4</sup>	3,5x10 <sup>-2</sup>
	Sr	3,4x10 <sup>-2</sup>	9x10 <sup>8</sup>	6x10 <sup>-2</sup>		Ag	7x10 <sup>-6</sup>	7x10 <sup>3</sup>	0,17
	Ba	6,5x10 <sup>-2</sup>	2x10 <sup>6</sup>	1,3x10 <sup>-2</sup>		Sn	2,5x10 <sup>-4</sup>	2x10 <sup>5</sup>	4x10 <sup>-2</sup>
	W	1,3x10 <sup>-4</sup>	2,6x10 <sup>4</sup>	1,7x10 <sup>-2</sup>		Sb	5x10 <sup>-5</sup>	5x10 <sup>4</sup>	4x10 <sup>-3</sup>
	Pb	1,6x10 <sup>-3</sup>	3,2x10 <sup>6</sup>	6x10 <sup>-2</sup>		La	2,9x10 <sup>-3</sup>	2,9x10 <sup>2</sup>	10 <sup>-2</sup>
№ в-та	Элементы	Кларк, %	Добыча (Д), т/год	Биофильность, Б <sub>х</sub>	№ в-та	Элементы	Кларк, %	Добыча (Д), т/год	Биофильность, Б <sub>х</sub>
5	Al	8,05	5,6x10 <sup>6</sup>	5x10 <sup>-4</sup>	7	Li	3,2x10 <sup>-3</sup>	6,4x10 <sup>2</sup>	1,7x10 <sup>-2</sup>
	Si	29,5	2,4x10 <sup>9</sup>	6x10 <sup>-3</sup>		F	3,6x10 <sup>-2</sup>	1,3x10 <sup>6</sup>	7x10 <sup>-3</sup>
	Mn	0,1	6x10 <sup>6</sup>	9,6x10 <sup>-2</sup>		Ca	2,96	2,4x10 <sup>9</sup>	0,17
	K	2,5	10 <sup>7</sup>	0,12		Ni	5,8x10 <sup>-3</sup>	4x10 <sup>5</sup>	1,3x10 <sup>-2</sup>
	Cr	8,3x 10 <sup>-3</sup>	1,7x10 <sup>6</sup>	8x10 <sup>-3</sup>		Ga	1,9x10 <sup>-3</sup>	2,6	10 <sup>-3</sup>
	Fe	4,65	3,1x10 <sup>8</sup>	2x10 <sup>-3</sup>		Rb	1,5x10 <sup>-2</sup>	2x10 <sup>3</sup>	1,3x10 <sup>-2</sup>
	Co	1,8 x10 <sup>-3</sup>	1,3x10 <sup>4</sup>	2,2x10 <sup>-2</sup>		Sr	3,4x10 <sup>-2</sup>	9x10 <sup>8</sup>	6x10 <sup>-2</sup>
	Mo	2,1x10 <sup>-4</sup>	4,4x10 <sup>4</sup>	0,18		Mo	1,3x10 <sup>-4</sup>	9,4x10 <sup>4</sup>	3,0
	Cd	1,3x10 <sup>-5</sup>	1,5x10 <sup>4</sup>	1,5x10 <sup>-2</sup>		Cd	1,9x10 <sup>-5</sup>	1,3x10 <sup>4</sup>	1,5x10 <sup>-2</sup>
	Hg	8,1 x10 <sup>-6</sup>	8,4x10 <sup>3</sup>	6x10 <sup>-2</sup>		Hg	7,3x10 <sup>-6</sup>	6,3x10 <sup>3</sup>	6x10 <sup>-2</sup>
	B	1,2x10 <sup>-3</sup>	1,2x10 <sup>5</sup>	0,8	B	1,2x10 <sup>-3</sup>	1,2x10 <sup>5</sup>	0,8	
	P	9,3x10 <sup>-2</sup>	1,9x10 <sup>7</sup>	0,75	P	9,3x10 <sup>-2</sup>	1,9x10 <sup>7</sup>	0,75	



6	Ti	0,45	$4,5 \times 10^5$	$2,8 \times 10^{-3}$	8	Ti	0,45	$4,5 \times 10^5$	$2,8 \times 10^{-3}$
	V	$9 \times 10^{-3}$	$7,2 \times 10^3$	$6 \times 10^{-3}$		V	$9 \times 10^{-3}$	$7,2 \times 10^3$	$6 \times 10^{-3}$
	Ga	$1,9 \times 10^{-3}$	2,6	$10^{-3}$		Zn	$8,3 \times 10^{-3}$	$3,3 \times 10^6$	0,24
	Rb	$1,5 \times 10^{-2}$	$2 \times 10^3$	$1,3 \times 10^{-2}$		Li	$3,2 \times 10^{-3}$	$6,4 \times 10^2$	$1,7 \times 10^{-2}$
	Sr	$3,4 \times 10^{-2}$	$9 \times 10^8$	$6 \times 10^{-2}$		F	$6,6 \times 10^{-2}$	$1,3 \times 10^6$	$7 \times 10^{-3}$
	Ba	$6,5 \times 10^{-2}$	$2 \times 10^6$	$1,3 \times 10^{-2}$		Al	8,05	$5,6 \times 10^6$	$5 \times 10^{-4}$
	W	$1,3 \times 10^{-4}$	$2,6 \times 10^4$	$1,7 \times 10^{-2}$		Si	29,5	$2,4 \times 10^9$	$6 \times 10^{-3}$
	Pb	$1,6 \times 10^{-3}$	$3,2 \times 10^6$	$6 \times 10^{-2}$		La	$2,9 \times 10^{-3}$	$2,9 \times 10^2$	$10^{-2}$
9	Al	8,05	$5,6 \times 10^6$	$5 \times 10^{-4}$	11	Li	$3,2 \times 10^{-3}$	$6,4 \times 10^2$	$1,7 \times 10^{-2}$
	Si	29,5	$2,4 \times 10^9$	$6 \times 10^{-3}$		F	$6,6 \times 10^{-2}$	$1,3 \times 10^6$	$7 \times 10^{-3}$
	Mn	0,1	$6 \times 10^6$	$9,6 \times 10^{-2}$		Ca	2,96	$2,4 \times 10^9$	0,17
	K	2,5	$10^7$	0,12		Ni	$5,8 \times 10^{-3}$	$4 \times 10^5$	$1,3 \times 10^{-2}$
	Cr	$8,3 \times 10^{-3}$	$1,7 \times 10^6$	$8 \times 10^{-3}$		Ga	$1,9 \times 10^{-3}$	2,6	$10^{-3}$
	Fe	4,65	$3,1 \times 10^8$	$2 \times 10^{-3}$		C	$2,7 \times 10^{-2}$	$2,3 \times 10^9$	780
	Sr	$3,4 \times 10^{-2}$	$9 \times 10^8$	$6 \times 10^{-2}$		Na	2,5	$5 \times 10^7$	$8 \times 10^{-3}$
	Mo	$1,1 \times 10^{-4}$	$4,4 \times 10^4$	0,18		S	$4,7 \times 10^{-2}$	$1,9 \times 10^7$	1
	Cd	$1,3 \times 10^{-5}$	$1,3 \times 10^4$	$1,5 \times 10^{-2}$		K	2,5	$10^7$	0,12
Hg	$5,3 \times 10^{-6}$	$8,8 \times 10^3$	$6 \times 10^{-2}$	Cr	$8,3 \times 10^{-3}$	$1,7 \times 10^6$	$8 \times 10^{-3}$		
10	B	$1,2 \times 10^{-3}$	$0,2 \times 10^5$	0,8	12	Fe	4,65	$3,1 \times 10^8$	$2 \times 10^{-3}$
	P	$9,3 \times 10^{-2}$	$1,9 \times 10^7$	0,75		P	$9,3 \times 10^{-2}$	$1,9 \times 10^7$	0,75
	Ti	0,45	$4,5 \times 10^5$	$2,8 \times 10^{-3}$		Si	29,5	$2,4 \times 10^9$	$6 \times 10^{-3}$
	V	$9 \times 10^{-3}$	$7,2 \times 10^3$	$6 \times 10^{-3}$		Mn	0,1	$6 \times 10^6$	$9,6 \times 10^{-2}$
	Ga	$1,9 \times 10^{-3}$	2,6	$10^{-3}$		K	2,5	$10^7$	0,12
	Rb	$1,5 \times 10^{-2}$	$4 \times 10^3$	$1,3 \times 10^{-2}$		Cr	$8,3 \times 10^{-3}$	$1,7 \times 10^6$	$8 \times 10^{-3}$
	Sr	$3,4 \times 10^{-2}$	$9 \times 10^8$	$6 \times 10^{-2}$		F	$3,3 \times 10^{-2}$	$1,3 \times 10^6$	$7 \times 10^{-3}$
	Ba	$6,5 \times 10^{-2}$	$2 \times 10^6$	$1,3 \times 10^{-2}$		Al	8,05	$2,6 \times 10^6$	$5 \times 10^{-4}$
W	$1,3 \times 10^{-4}$	$2,6 \times 10^4$	$1,7 \times 10^{-2}$	Si	29,5	$2,9 \times 10^9$	$6 \times 10^{-3}$		

## Практическая работа № 5

### КОЭФФИЦИЕНТ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПОГЛОЩЕНИЯ

**Цель работы:** научиться рассчитывать коэффициент биологического

поглощения.

**Задача:** освоить методику расчета коэффициента биологического поглощения и научиться стрит ряды биологического поглощения

**Вводное пояснение:**

Определение химического состава живого вещества представляет собой сложную задачу по многим причинам. Прежде всего, следует учитывать, что содержание основного компонента живых организмов - воды- варьирует в широких пределах. Для того, чтобы исключить влияние количества воды и привести данные о содержании химических элементов к выражению, более удобному для сравнения, применяется расчет содержания элементов на абсолютно сухое органическое вещество, т.е. высушенное до постоянной массы при температуре 102-105 °С.

В обезвоженном органическом веществе углерод составляет несколько менее половины, другими главными компонентами является кислород, водород и азот. Если после высушивания органическое вещество еще и сжечь, то будут удалены 4 главных элемента, и останется сумма т.н. минеральных веществ, входящих в состав организма- зола.

Таким образом, может быть 3 варианта выражения химического состава любого биологического объекта. Относительное содержание химических элементов можно рассчитать на живое (сырое) вещество организмов, на их сухую биомассу и на золу, т.е сумму минеральных веществ. Каждый из трех вариантов расчет используется определенных задач.

Установлено, что доминирующую часть массы живого вещества суши и всей планеты образуют высшие растения. Масса живого вещества океана в несколько раз меньше. Масса наземных животных составляет около 1% от фитомассы. Поэтому состав растительности суши обуславливает состав всего живого вещества Земли.

Учитывая преобладание высших растений, можно считать, что в живой биомассе Мировой суши содержится: 60% воды, 38% органического вещества, 2% зольных элементов. При пересчете на абсолютно сухую биомассу имеем 95%

органического вещества 5% зольных элементов.

Чтобы оценить интенсивность биологического поглощения элемента надо величину его содержания в растениях сравнить с содержанием в источнике, из которого этот элемент поступает. Для этой цели Б.Б.Полынов предложил использовать отношение содержания элемента в золе растения к его содержанию в породе. Этот показатель А.И. Перельман назвал **коэффициентом биологического поглощения**  $A_x$  (КБП, К:  $A_6=1/n$ ), где 1 – содержание элемента в золе растения, n- его содержание в почвах или горных породах, на которых оно растёт, а также кларк литосферы.

Все элементы по интенсивности биологического поглощения можно разделить на 2 группы. К первой относятся те, концентрация которых в золе больше, чем в земной коре, т.е.  $A_x > 1$ . эти элементы «НАКАПЛИВАЮТСЯ» живым веществом P, S, Cl, Br, I – энергично, а Ca, Na, K, Mg, и др- сильно (табл 1 ). остальные элементы, у которых  $A_x < 1$ , лишь «захватываются», причем одни- средне, другие- слабо и очень слабо. Необходимо учитывать, что это средние данные, и у отдельных видов величины  $A_x$  сильно варьируют.

Коэффициенты биологического поглощения объединяются в ряды, в которых элементы располагаются в порядке убывающей энергии поглощения их растениями. Обычно они изображаются в таблицах или в виде системы неравенств, когда в числитель выносятся символы химических элементов по убыванию  $A_x$ , а в знаменатель - его величины.

Таблица 4 Ряды биологического поглощения (по А.И.Перельману)

Элементы	Интенсивность накопления	Коэффициенты биологического поглощения				
		100 п	10п	n	0,1 n	0,1 n - 0,001 n

Биологич. накопления	Энергичного	P, S, Cl, Br, I				
	Сильного		Ca, Na, K, Mg, Sr, Zn, B, Se			
Биологич. захвата	Среднего			Mn, F, Ba, Ni, Cu, Ga, Co, Pb, Sn, As, Mo, Hg, Ag, Ra		
	Слабого и очень слабого				Si, Al, Fe, Ti, Zr, Rb, V, Cr, Li, Y, Nb, Th, Sc, Be, Cs, Ta, U, W, Sb, Cd	

Сравнение вещественного состава золы растений проводят двояко: используют в качестве эталона кларки литосферы ( $A_{x1}$ ) или более частные величины - местные кларки в породах и почвах ( $A_{x2}$ ). Для их различения иногда  $A_{x1}$  называют кларком концентрации в растениях, а не коэффициентом биологического поглощения. Очевидно, значения полученных коэффициентов  $A_{x1}$  и  $A_{x2}$  и составленные на их основе ряды биологического поглощения не будут идентичны. В общем случае несоответствие I рода -  $A_{x1} > A_{x2}$  - особенно явно должно проявляться при исследовании ландшафтов в пределах месторождений, когда местные кларки в породах намного превышают их содержание в литосфере. Расхождения II рода -  $A_{x1} < A_{x2}$  - будут особенно заметны, когда рассматриваются растения ландшафтов, формирующихся на породах, резко обедненных элементами, например, на кварцевых песках.

Информативность геохимических показателей в зависимости от способа проведения расчета неодинакова. Так, анализ  $A_{x1}$  позволяет выявить особенности биологического поглощения элементов растениями разного систематического положения; определяет порядок величин, характеризующих их вещественный состав и примерные соотношения между элементами; выделяет элементы, необходимые для жизни растений и практически не захватываемые ими. Вычисления  $A_{x2}$  дает возможность конкретизировать эти общие представления применительно к условиям изучаемых ландшафтов и подчеркнуть местные черты

биологического поглощения, выявить региональную биогеохимическую специфику растений. Таким образом, представляется целесообразным совместное использование этих показателей. Сопоставление полученных данных несет дополнительную информацию по биогенной миграции элементов в ландшафтах.

Для количественного выражения общей способности вида к концентрации микроэлементов предложен специальный показатель - *биогеохимическая активность вида* (БХА), представляющий собой суммарную величину, получающуюся при сложении коэффициентов биологического поглощения отдельных элементов:  $БХА = \sum A_x$ .

При интерпретации расчетных данных БХА необходимо учитывать, что поскольку все расчеты проведены на золу растений, речь идет именно об их биогеохимической активности, а не о биохимической активности живых организмов. Невозможность механического перенесения этих выводов на функционирование растения связана с тем, что количественные соотношения между химическими элементами в золах растений или при пересчете на сухое вещество не соответствуют их процентным соотношениям в живых организмах.

С помощью БХА наглядно выявляются основные различия в интенсивности вовлечения элементов в биологический круговорот растениями разных систематических групп. Кроме того, использование суммарного показателя позволяет обнаружить повышенное (пониженное) накопление элементов каким-либо растением, которое часто не проявляется при изучении  $A_x$  отдельных элементов. Другой аспект анализа БХА (особенно  $БХА_2$  рассчитанной на основании  $A_{x2}$ ) - общая оценка интенсивности биогенной аккумуляции элементов в условиях конкретных ландшафтов.

### **Задание**

Рассчитать коэффициенты биологического поглощения ( $A_{x1}$  и  $A_{x2}$ ) и БХА для 2-х видов растений; построить ранжированные ряды биологического поглощения для каждого растения; сопоставить полученные ряды биогеохимического поглощения элементов с рядами А.И.Перельмана; выявить сходства и различия в интенсивности поглощения элементов рассмотренными

растениями и растительностью суши.

*Исходные данные.* Для выполнения работы студентам представляются данные о содержании элементов в золе основных сельскохозяйственных культур Рязанской области, а также в почвах этого региона и кларки литосферы.

*Задание 1.* Подсчет коэффициентов биологического поглощения и БХА для 2-х растений.

*Задание 2.* Построение рядов биологического поглощения в виде неравенств, где по мере убывания  $A_x$  в числителе псевдодроби показан символ элемента, в знаменателе - величина  $A_{x1}$  и  $A_{x2}$ . Сравнение 2-х рядов и выявление видовой и региональной биогеохимической специфики растений.

*Задание 3.* Сопоставить полученные ряды с рядами А.И. Перельмана. Для этого полученные значения  $A_x$  заносятся в таблицу, составленную в соответствии с таблицей интенсивности биологического поглощения А.И.Перельмана и показанную ниже.

Таблица 5 Среднее содержание химических элементов в золе основных сельскохозяйственных культур и почвах Рязанской области, мг/кг

Культуры											
	Sr	Ti	Mn	Cr	V	Ni	Cu	Zn	Pb	Mo	B
Пшеница	141	63	1715	6,9	3,6	17,6	224	1087	16	2,3	57
Рожь	125	82	963	5,2	4,1	11,6	325	863	14	1,9	60
Ячмень	106	104	847	4,3	3,5	4,4	135	653	27	18	51

Овес	135	90	1562	3,1	3,2	10,15	235	865	21	16	55
Рис	100	600	4750	7,0	13,8	12,9	29	265	16	6,3	56
Горох	386	128	586	3,8	2,7	64	213	954	4	136	286
Люцерна	846	138	341	9,9	5,7	8,8	96	269	26	12	553
Вика	299	125	582	2,9	2,5	60	215	950	3	129	285
Донник	792	135	345	8,8	5,5	7,9	95	265	25	15	555
Гречиха	864	125	675	8,5	6,6	11,1	233	555	26	19	532
Рапс	666	128	873	3,5	8,9	16,2	332	679	38	20	469
Просо	123	70	63	1,2	6,4	12,1	238	573	34	21	234
Суданка	400	230	500	24	22	9	100	390	38	9	219
Капуста	333	85	200	7,1	3,0	9,7	41	163	37	3,7	367
Помидоры	300	394	957	3,1	6,3	11	112	203	13	2,0	171
Яблоки	361	246	358	13,7	3,3	12,7	195	115	13	1,5	800
Виноград	327	245	370	4,8	3,8	4,0	249	102	6,9	0,9	613
Морковь	141	63	1232	6,9	3,6	17,6	224	1087	16	2,3	57
Огурец	125	82	963	5,2	4,1	11,6	325	863	14	1,5	60
Лук	106	104	847	4,3	1,3	123	135	653	27	18	51
Петрушка	135	90	1562	3,1	3,2	10,15	235	865	21	16	55
Груша	864	125	675	8,5	6,6	11,1	233	525	26	19	532
Персик	653	128	573	3,5	8,9	16,2	332	679	38	20	469
Вишня	123	70	63	1,2	5,2	12,1	238	573	34	21	234
Почвы мира	300	4600	850	90	100	40	20	50	10	2,0	10
Почва	45,8	4745	723	61,9	76,7	28,3	12,5	30	28,7	0,9	50

Таблица 6 Ряды биологического поглощения

Группы элементов	По А.И.Пельману	Для (растение 1)	Для (растение 2)
Энергичного накопления ( $A_x=10-100$ )	-		
Сильного накопления ( $A_x=1-10$ )	Sr, Zn, B		
Среднего захвата ( $A_x=0,1-1$ )	Mn, Ni, Cu, Pb, Mo		
Слабого и очень слабого захвата ( $A_x<0,1$ )	Ti, V, Cr		

## Практическая работа № 6

### ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

**ОЦЕНКА ПОДВИЖНОСТИ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В  
РАЗЛИЧНЫХ ОБСТАНОВКАХ ЗОНЫ ГИПЕРГЕНЕЗА НА ОСНОВЕ  
ГЕОХИМИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ И КЛАССИФИКАЦИИ**

## **ГЕОХИМИЧЕСКИХ БАРЬЕРОВ А.И.ПЕРЕЛЬМАНА**

**Цель работы:** научиться оценивать подвижность химических элементов в различных обстановках зоны гипергенеза.

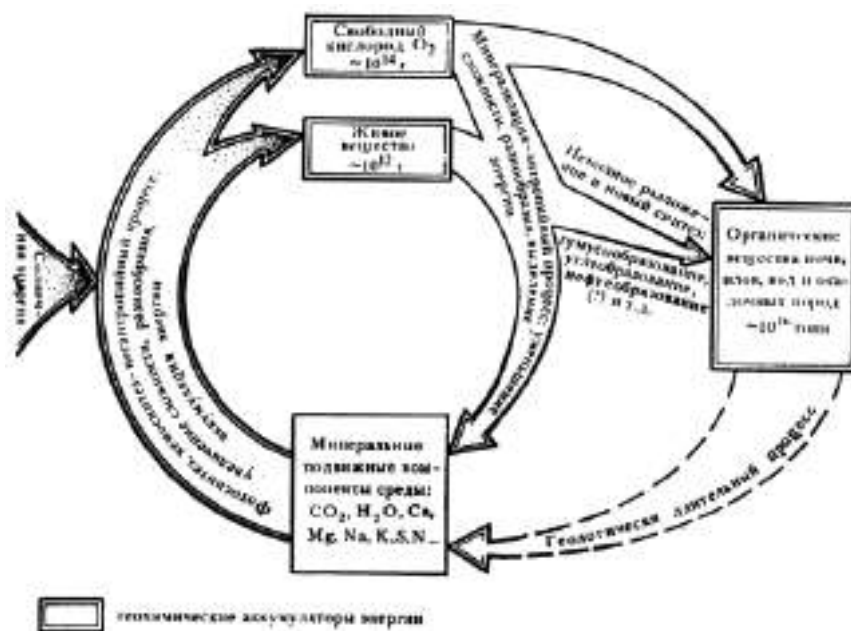
**Задачи работы.** Изучение законов водной миграции (подвижности) элементов в различных обстановках зоны гипергенеза, приводящих к их рассеянию или концентрации на геохимических барьерах. Изучение особенностей действия различных геохимических барьеров.

**Учебный материал.** Таблицы геохимической классификации А.И. Перельмана и классификации геохимических барьеров по А.И. Перельману . Конспект лекций.

**Порядок работы.** Заранее ознакомившись с теоретическими материалами, студенты, пользуясь геохимической классификацией А.И. Перельмана и классификацией геохимических барьеров, оценивают подвижность химических элементов (в соответствии с индивидуальным заданием, выданным преподавателем) в различных обстановках зоны гипергенеза. После этого в письменной форме студенты формулируют свои выводы в условиях каких геохимических обстановок возможна активная миграция данного элемента (элементов) и на каких типах геохимических барьеров возможно его осаждение (концентрация).

**Оформление работы.** Ход работы и ее результаты приводятся в тетради для лабораторных работ. Защита работы производится в форме собеседования с преподавателем.





## Практическая работа № 7

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ РАДИЦИОННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

**Цель работы:** овладеть знаниями, умениями и навыками, связанными с определением уровня радиационного загрязнения окружающей среды.

#### Задачи:

- 1) освоить понятие «радиация» как вид физического загрязнения, уяснить его вредное воздействие на окружающую среду;
- 2) научиться измерять и объективно оценивать уровень радиационного загрязнения.
- 3) Решение задач по данной теме.

**Оборудование:** дозиметр бытовой.

**Вводные пояснения.** Радиоактивные, или, как их еще иногда называют, ионизирующие, излучения бывают трех основных видов: *альфа-*, *бета-* и *гамма-излучение*. Они отличаются друг от друга по происхождению, свойствам и действию на организм человека. Излучения возникают в источниках радиоактивности и распространяются в воздухе, различных материалах и

человеческом теле не непрерывно, а как бы некоторыми порциями. Порции альфа- и бета-излучения называются *альфа-* и *бета-частицами*, а порции гамма-излучения принято называть *гамма-квантами*, *гамма-частицами* или *фотонами*.

Источники радиации бывают либо природными, либо искусственными, т.е. созданными человеком. В окружающий нас радиационный фон вносит свою долю и природная, и искусственная радиация. Заметим, что чем больше мощность, или, как принято говорить у физиков и дозиметристов, активность, источника радиации, тем больше частиц или фотонов он излучает за одно и то же время.

Искусственные источники радиации бывают двух основных типов. Одни из них содержат радиоактивные вещества, называемые также радиоактивными изотопами, а в других радиоактивное излучение образуется в результате каких-либо технических процессов. В качестве примера источников, не использующих радиоактивные изотопы, можно привести медицинскую аппаратуру, применяемую для рентгеновских исследований, и даже самый обычный цветной телевизор, тоже являющийся, хотя и в очень небольшой степени, источником рентгеновского излучения.

*Альфа-излучение* обладает очень малой проникающей способностью: альфа-частицы полностью задерживаются слоем воздуха толщиной несколько сантиметров или листом обычной бумаги. При облучении человека они проникают лишь на глубину поверхностного слоя кожи.

Альфа-излучение опасно при попадании радиоактивного вещества на кожу и слизистую оболочку глаз и становится очень опасным, если источниками альфа-излучения загрязнены пища, воздух или вода, попадающие в организм человека. В этом случае облучению подвергаются не защищенные кожей внутренние органы.

*Бета-излучение* способно проходить до полного ослабления несколько метров в воздухе или один-два сантиметра в воде, а в человеческом теле — до двух сантиметров. Бета-частицы опасны при их воздействии на кожу или

слизистую оболочку и хрусталик глаза. В случае их поступления в организм человека с пищей, водой и воздухом опасности подвергаются легкие, желудок и кишечник.

*Гамма-излучение* обладает высокой энергией и большой проникающей способностью — задерживается лишь слоем воздуха толщиной около ста метров и глубоко проникает в человеческое тело (в некоторых случаях может пройти его насквозь). Для защиты от гамма-радиации используют свинец, бетон и др.

Гамма-излучение легко регистрируется всеми бытовыми и профессиональными приборами, предназначенными для измерения радиации. Некоторые из этих приборов способны регистрировать и бета-излучение. Измерение альфа-излучения представляет собой более трудную задачу, ее решение доступно лишь специалистам, работающим с довольно сложным оборудованием.

*Радиоактивное излучение никак не воспринимается нашими органами чувств: его нельзя ни видеть, ни слышать, ни ощутить. Это увеличивает опасность.*

Приборы, измеряющие уровень гамма-излучения, показывают его в миллирентгенах в час (мР/ч) или в микрорентгенах в час (мкР/ч).

$$1\text{Р}=1000\text{ мР/ч}=1000000\text{ мкР/ч.}$$

Для определения получаемой дозы нужно умножить эту величину на время, в течение которого человек подвергался облучению. Например, по радио передали, что радиационный фон в Москве 12 мкР. Значит, за 2 ч, проведенных в этот день на улице, можно получить 24 мкР. Это немного. На территории нашей страны естественный фон колеблется от 4,5 до 30 мкР/ч, это считается нормальным и опасности не вызывает.

Иногда можно встретить и другие единицы измерения: бэры и зивер-ты (Зв). 1 бэр приблизительно равен 1 Р, а 1 Зв = 100 Р.

Активность источников радиации измеряется в кюри (Ки), микрокюри (мкКи), нанокюри (нКи). 1 Ки равен миллиону мкКи или миллиарду нКи. В других случаях активность выражают в беккерелях (Бк). 1 нКи = 37 Бк. Чем выше активность источника, тем больше он излучает радиации.

Допустимые уровни загрязнения радиоактивными веществами продуктов питания, воды и воздуха выражают в кюри или беккерелях на килограмм или на литр. Загрязнение местности радиоактивными веществами измеряется в кюри на квадратный километр (Ки/км<sup>2</sup>).

Согласно нормам радиационной безопасности НРБ — 76/87 для работающих в контакте с радиоактивными излучениями установлена предельно допустимая доза за год 5 бэр (Р), для ограниченной части населения (проживающего вокруг предприятий) — 0,5 бэр (Р), для всего остального населения области, края, республики, страны — в пределах естественного фона. Для Москвы это 100 — 120 мбэр (мР). Допустимое разовое аварийное облучение профессионалов — 25 бэр с компенсацией этой дозы в последующие годы.

### **Ход работы.**

1. Ознакомьтесь с устройством и принципом работы дозиметра.
2. Подготовьте прибор к работе.
3. В режиме «Поиск» обследуйте помещение на предмет обнаружения радиационного загрязнения. (Установите периодичность сигнала.)
4. Определите радиационный фон в аудитории.
5. Произведите несколько замеров радиационного фона в здании.
6. По каждому измерению сделайте вывод об уровне радиационного загрязнения помещения.

## **7.1. Контроль за количеством радионуклида, попавшего внутрь организма**

**Вводные пояснения:** Радиация по самой своей природе вредна для жизни. Малые дозы облучения могут «запустить» не до конца еще установленную цепь событий, приводящую к раку или генетическим повреждениям. При больших дозах радиация может разрушать клетки, повреждать ткани органов и явиться причиной скорой гибели организма.

Повреждения, вызываемые большими дозами облучения, обыкновенно

сказываются в течение нескольких часов или дней. Раковые заболевания, однако, проявляются спустя много лет после облучения — как правило, не ранее чем через одно-два десятилетия. А врожденные пороки развития и другие наследственные болезни, вызываемые повреждением генетического аппарата, по определению, проявляются лишь в следующем или последующих поколениях: это дети, внуки и более отдаленные потомки человека, подвергшегося облучению.

Постоянная работа с радиоактивными веществами приводит к загрязнению персонала радионуклидами. При этом радиоактивные элементы могут поступать в организм равномерно в течение всего трудового периода или однократно.

В первом случае может установиться равновесие между отложением радиоактивного вещества в организме и его выведением. Облучение, таким образом, носит хронический характер.

Во втором случае (при разовом поступлении радиоактивного вещества) содержание радионуклидов в организме постепенно уменьшается по мере его выведения.

На предприятиях, имеющих дело радиоизотопами, необходим постоянный контроль за их содержанием в окружающей среде и организме персонала.

Если дозиметрический контроль среды обнаруживает содержание радионуклидов на уровне, не превышающем ПДК, то этим можно ограничиться. В противном случае требуется обследование персонала

Для оценки содержания радиоактивных изотопов в организме проводят прямое измерение активности тела человека (с помощью спектрометров) и косвенное, основанное на данных анализа биологических проб мочи, кала.

При этом необходимо учитывать, что в процессе подготовки проб к анализу происходят потери радионуклидов. Количество радионуклида, потерянное в процессе анализа, вычисляется с помощью специальной методики.

Чтобы определить численное значение утраченной доли радиоизотопа, в пробу предварительно добавляют известное количество стабильного изотопа этого же химического элемента.

По завершению химических операций анализа измеряют:

1. общую массу радиоактивного и стабильного изотопов, дошедшего до конца анализа;

2. с помощью масспектрометра определяют количество радиоактивного изотопа, дошедшее до конца анализа.

На основе полученных цифр производят следующие арифметические действия;

а) вычисляют разность двух измерений, которая покажет количество стабильного изотопа, дошедшее до конца анализа;

б) вычисляют долю (%) стабильного изотопа, дошедшую до конца анализа;

в) вычисляют количество радиоактивного изотопа, содержащиеся в пробе до анализа.

**Задание:** Необходимо определить количество радиоактивного изотопа углерода ( $^{14}\text{C}$ ), содержащееся в пробе.

Действия:

1) Добавляем в пробу 10 мл нерадиоактивного изотопа углерода ( $^{12}\text{C}$ ).

2) Производим подготовки пробы к анализу и сам анализ.

3) Измеряем общее количество углерода, дошедшее до конца анализа ( $^{12}\text{C}+^{14}\text{C}$ ). Допустим, что оно равно 15 мг.

4) С помощью масспектрометра определяет количество радиоизотопа  $^{14}\text{C}$ , дошедшее до конца анализа. Допустим, что оно равно 7 мг.

5) Вычисляем количество стабильного изотопа  $^{12}\text{C}$ , дошедшее до конца анализа:

6) Потеря стабильного изотопа  $^{12}\text{C}$  составит: мг. или %. Осталось %.

7) Вычисляем количество радиоактивного изотопа, первоначально содержащееся в пробе

8) Сделать вывод

**Задачи:**

1. Определите вероятность количество заболевших раком в течение 5 лет, последовавших после аварии на АЭС, при условии, что коллективная эквивалентная доза, получения 5000 человек местного населения, составила 25 чел.-Зв

2. Сколько человек заболеют раком, а также подвергнутся генетическим изменениям в течение 10 лет, последовавших за аварией на атомной подводной лодке, в результате которой экипаж, состоящий из 250 человек, получил коллективную эквивалентную дозу 12,5 чел.-Зв?

Таблица 7 - Радиационный риск

Категория облучения	Уровень дозы	Вероятность риска соматических последствий	Вероятность риска генетических последствий, год <sup>-1</sup>	Общая вероятность риска, год <sup>-1</sup>
Персонал	Предел дозы 0,05 Зв	$6,25 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$8,25 \cdot 10^{-4}$
	Средняя доза при установленном пределе 0,005 Зв	$6,25 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$8,25 \cdot 10^{-5}$
Отдельные лица из населения	Предел дозы 0,005 Зв	$6,25 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$8,25 \cdot 10^{-5}$
	Средняя доза при установленном пределе 0,0005 Зв	$6,25 \cdot 10^{-6}$	$2 \cdot 10^{-6}$	$8,25 \cdot 10^{-5}$

**Контрольные вопросы для практических занятий.**

1. Практическое значение геохимии.
2. Связь геохимии с другими науками.
3. Геохимия и здравоохранение
4. Геохимия и сельское хозяйство
5. Содержание химических элементов в земной коре
6. Формы нахождения химических элементов в земной коре
7. Особенности распределения химических элементов в земной коре
8. Трансформация геохимического состава природных растворов на контакте
9. Кларки концентрации (КК) и рассеяния (КР).
10. Суммарный показатель загрязнения почвы (СПЗ).
11. Технофильность и деструктивная активность элементов.
12. Оценка экологической обстановки территории по геохимическим показателям
13. Принципы комплексной эколого-геохимической оценки состояния окружающей среды
14. Коэффициента биологического поглощения
15. Виды загрязнения окружающей среды
16. Физические загрязнения окружающей среды
17. Химические загрязнения окружающей среды
18. Биологические загрязнения окружающей среды
19. Электромагнитное загрязнения окружающей среды
20. Оценка фоновых и аномальных содержаний химических элементов в ландшафтных средах
21. Оценка подвижности химических элементов в различных обстановках зоны гипергенеза на основе геохимической классификации геохимических барьеров А.И. Перельмана.
22. Контроль за количеством радионуклида попавшего внутрь организма.
23. Влияние радиационного загрязнения на биосферу.



## Список литературы.

1. Наумов, Георгий Борисович. Геохимия биосферы [Текст] : учебное пособие для студентов, обуч. по геолог. и эколог. спец. / Наумов, Георгий Борисович. - М. : Академия, 2010. - 384 с. - (Высшее профессиональное образование).
2. Гуриев Г.Т. Человек и биосфера. Устойчивое развитие [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Гуриев Г.Т., Воробьев А.Е., Голик В.И.— Электрон. текстовые данные.— Краснодар: Южный институт менеджмента, 2001.— 254 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9782>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
3. Ерёмченко, Ольга Зиновьевна. Учение о биосфере [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по спец. "Биология" / Ерёмченко, Ольга Зиновьевна. - 2-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Академия, 2006. - 240 с. - (Высшее профессиональное образование).
4. Жариков В.А. Основы физической геохимии [Электронный ресурс]: учебник/ Жариков В.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2005.— 656 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13063>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
5. Перельман, А. И. Геохимия [Текст] : учеб. пособие для геолог спец. ун-тов / А. И. Перельман. – М. : Высш. школа, 1979. – 423 с.
6. Перельман, А. И. Геохимия ландшафта [Текст] : учеб. пособие для геолог спец. ун-тов / А. И. Перельман. - 2-е изд. перераб и доп. - М. : Высш.школа, 1975. – 341 с.
7. Пучков Л.А. Человек и биосфера. Вхождение в техносферу [Электронный ресурс]: учебник для вузов/ Пучков Л.А., Воробьев А.Е.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2000.— 343 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/6703>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
8. Рубин, А.Б. Биофизика[Текст]: Уч. (ФГОС) / А.Б.Рубин-М.:КноРус,2016.-190 с..-(Бакалавриат) (П) ISBN:978-5-406-04898-6
9. Торшин, С.П.Биогеохимия радионуклидов[Текст]: Уч. / С.П.Торшин - М.:НИЦ ИНФРА-М,2016-320с.(ВО:Бакалавр.)
10. Химия окружающей среды [Электронный ресурс] : учебник для академического бакалавриата / Отв. ред. Т. И. Хаханина. – Электрон. текстовые дан. - 2-е изд., пер. и доп. - М. : ЮРАЙТ, 2015. – ЭБС. «ЮРАЙТ». – Режим доступа : <http://www.biblio-online.ru>

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П. А. КОСТЫЧЕВА»**

**ФАКУЛЬТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОТЕХНОЛОГИИ**

**КАФЕДРА ЗООТЕХНИИ И БИОЛОГИИ**

## **ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ**

**Учебно-методическое пособие  
для проведения лабораторных занятий и самостоятельной работы  
студентов направления подготовки 06.03.01 Биология**

**Рязань, 2019**

Учебно-методическое пособие разработано с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология, утвержденного Министерством образования и науки Российской Федерации 07 августа 2014 года, приказ № 944.

В учебно-методическое пособие включены основные разделы общей экологии: классификация экологических факторов и их влияние на живые организмы, среды обитания организмов, экология популяций и сообществ, экосистемы и биосфера. Представлена методика выполнения лабораторных работ по дисциплине «Общая экология»; составлены вопросы и задания для самоподготовки студентов, а также для контроля знаний.


Рецензенты:

доцент кафедры агрохимии, почвоведения и физиологии растений ФГБОУ ВО РГАТУ, доктор с.-х. наук, О. А. Захарова

доцент кафедры зоотехнии и биологии ФГБОУ ВО РГАТУ, кандидат биол. наук, Г. В. Уливанова

Учебно-методическое пособие рассмотрено на заседании кафедры зоотехнии и биологии, протокол № 1 от 30 августа 2019 г.

Заведующий кафедрой зоотехнии и биологии



И. Ю. Быстрова

Одобрено учебно-методической комиссией по направлению подготовки 06.03.01 Биология 30 августа 2019 г., протокол № 1

Председатель учебно-методической комиссии по направлению подготовки 06.03.01 Биология



Федосова О. А.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
РАЗДЕЛ 1. АБИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ И АДАПТАЦИИ К НИМ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ .....	6
Тема 1.1. Экологические факторы. Функция отклика организма на лимитирующие факторы.....	6
Тема 1.2. Свет как экологический фактор .....	10
Тема 1.3. Температура как экологический фактор .....	13
Тема 1.4. Вода как экологический фактор .....	15
Тема 1.5. Совместное действие абиотических факторов на живые организмы ....	17
РАЗДЕЛ 2. СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ОРГАНИЗМОВ .....	24
Тема 2.1. Наземно-воздушная среда.....	24
Тема 2.2. Водная среда обитания организмов .....	25
Тема 2.3. Почвенная среда обитания.....	27
РАЗДЕЛ 3. ЭКОЛОГИЯ ПОПУЛЯЦИЙ.....	31
Тема 3.1. Экологические характеристики популяции и методы их оценки. Динамика популяций .....	31
Тема 3.2. Возрастной состав популяции. Демографические таблицы и кривые выживания.....	38
Расчеты популяционных показателей.....	45
(самостоятельная работа, ситуационные задачи) .....	45
РАЗДЕЛ 4. ЭКОЛОГИЯ СООБЩЕСТВ .....	47
Тема 4.1. Видовая структура биоценоза. Межвидовые взаимоотношения в биоценозе.....	47
Межвидовые взаимоотношения в биоценозе. Аменсализм.....	50
Тема 4.2. Биотические факторы. Экологическая ниша .....	53
Особые экологические группы организмов.....	55
Экологическая ниша .....	56
РАЗДЕЛ 5. ЭКОСИСТЕМЫ.....	58
Тема 5.1. Оценка первичной продукции фитоценоза .....	58
Тема 5.2. Потoki вещества и энергии в экосистемах .....	61
РАЗДЕЛ 6. БИОСФЕРА – ГЛОБАЛЬНАЯ ЭКОСИСТЕМА.....	66
Тема 6.1. Структура биосферы. Функции живого вещества .....	66
Тема 6.2. Биогеохимические циклы веществ .....	68
Биосферные законы и закономерности эволюции биосферы. Учение В. И. Вернадского о ноосфере .....	70
Список использованной литературы.....	73

## ВВЕДЕНИЕ

**Цель дисциплины** – развить у студентов экологическое мышление, сформировать культуру поведения в личностном и профессиональном аспекте, научить применять научные знания в сфере экологии для охраны окружающей среды.

### **Задачи:**

- формирование у студентов систематизированных знаний и умений в области фундаментальной и факториальной экологии, биоценологии и экосистемной экологии;
- осознание места человека в системе органического мира и последствий его взаимодействия с окружающей средой;
- формирование научного подхода к охране природы и контролю ее состояния;
- формирование системного экологического мышления и аналитического подхода к экологическим проблемам;
- формирование экологического мировоззрения и экологической культуры, определяющей поведение человека по отношению к окружающему миру и себе как компоненту экосистемы.

Дисциплина «Общая экология» относится к вариативной (профильной) части профессионального цикла дисциплин. Изучение данной дисциплины базируется на знании общеобразовательной программы по дисциплинам «Общая биология» и «Науки о Земле». Изучение данной дисциплины является необходимой основой для изучения таких дисциплин как «Экологическая физиология», «Экология популяций и сообществ», «Экология человека», «Основы природопользования», «Охрана природы», «Экологический менеджмент», «Экологическая экспертиза и аудит».

### **В результате изучения дисциплины студент должен:**

знать фундаментальные концепции биологии, научные основы биоразнообразия и принципы его сохранения, принципы устойчивости биосферы в рамках концепции устойчивого развития, синергетические основы устойчивости биологических систем; стратегию сохранения биоразнообразия; нормы в сфере взаимоотношений «человек - общество - природа».

уметь демонстрировать базовые представления о разнообразии биологических объектов; мыслить системно и анализировать состояние окружающей среды; решать экологические задачи; применять полученные знания в учебной и профессиональной деятельности; использовать их в планировании и реализации природоохранных мероприятий; проводить мониторинговые исследования.

владеть методикой решения прикладных задач экологии; методикой демонстрации и применения экологических знаний; основными методами сбора и обра-

ботки общей и профессиональной информации; методикой решения правовых экологических задач; методикой организации исследовательских работ; основными методами обработки информации.

# РАЗДЕЛ 1. АБИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ И АДАПТАЦИИ К НИМ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ

## Тема 1.1. Экологические факторы. Функция отклика организма на лимитирующие факторы

Понятие *экологического фактора* – одно из наиболее общих и чрезвычайно широких понятий экологии. Определение экологического фактора основано на таком естественнонаучном и всеобъемлющем представлении как *среда*.

*Под средой в экологии понимают весь комплекс природных тел и явлений, с которыми организмы и экосистемы находятся в прямых или косвенных связях. Те элементы среды либо условия, которые для конкретных видов или их сообществ небезразличны и вызывают у них приспособительные реакции (адаптации), являются по отношению к организмам экологическими факторами.* В процессе жизнедеятельности организмов осуществляется их функциональная связь с этими элементами среды.

Существует и более конкретное пространственное понимание среды как непосредственного окружения организмов – это *среда обитания*. Она включает в себя совокупность всех экологических факторов отдельного организма или биоценоза в целом. В земных условиях существует четыре типа среды обитания для живых организмов: водная, наземная (воздушная), почвенная и тело другого организма, используемое паразитами и другими симбионтами.

Число всевозможных экологических факторов представляется потенциально неограниченным. В соответствии с этим с этим задача классификации экологических факторов оказалась весьма сложной, так что общепринятого варианта до сих пор не существует. В то же время достигнуто согласие относительно целесообразности использования при классификации экологических факторов определенных признаков. Прежде всего, экологические факторы делятся на внешние (экзогенные) и внутренние (эндогенные) по отношению к данной экосистеме. К *внешним* относят факторы, действие которых в той или иной степени определяют функционирование организмов и экосистем, но сами они практически не испытывают их обратного воздействия. Солнечная радиация, интенсивность атмосферных осадков, атмосферное давление, скорость ветра – относятся к данной категории. В отличие от них *внутренние* факторы соотносятся со свойствами самой экосистемы и ее компонентов, являясь структурной составляющей. Таковы численности и биомасса популяций, запасы различных веществ, характеристики водной и почвенной масс.

Второй, наиболее распространенный принцип классификации, заключается в подразделении всех факторов на *абиотические* (экологически значимые условия неорганической, или неживой, природы), *биотические* (разнообразные формы влияния на организмы со стороны окружающих его живых существ) и *антропогенные* (все формы деятельности человека, которые оказывают влияние на живую природу).

Особая роль для практики рационального природопользования принадлежит системе классификации основанной на законах сохранения. Факторы, характеризую-

ющие численность, биомассу, запасы или концентрации различных форм вещества и энергии, временные изменения которых подчиняются законам сохранения, относят к категории *суммативных* и называют *ресурсами*. Например, можно говорить о ресурсах тепла, влаги, органической и минеральной пищи и т. д. Такие факторы, как интенсивность и спектральный состав радиации, уровень шума, скорость ветра или течения, размер и форма пищи, также сильно влияют на организмы, но не относятся к категории ресурсов, так как к ним не применимы законы сохранения.

Фактор среды ощущается организмом лишь в определенных пределах, иными словами, реакция организма зависит от дозировки фактора. Диапазон действия, или *зона толерантности*, экологического фактора ограничен крайними пороговыми значениями, которые получили названия *точек минимума и максимума* данного фактора и при которых возможно существование организма. Между этими крайними пороговыми значениями находится *точка оптимума*, соответствующая наилучшим показателям жизнедеятельности организма. Определить оптимальное значение фактора с достаточной степенью точности не всегда возможно, в связи с этим принято определять *зону оптимума*, в которой организм находится в комфортных условиях. Условия среды, в которых какой-либо фактор выходит за пределы зоны комфорта и оказывает угнетающее действие, в экологии называют *экстремальными*. Вблизи критических точек лежат сублетальные значения (*зоны пессимума*), а за пределами зоны толерантности – летальные значения фактора.

Идея о том, что *существование и выносливость организма определяются самым слабым звеном в цепи его экологических потребностей*, впервые была высказана в 1840 году известным немецким химиком Ю. Либихом, сформулировавшим «закон минимума». Согласно этому закону величина урожая определяется количеством в почве того из элементов питания, потребность растения в котором удовлетворена меньше всего. Иными словами, данный элемент находится в минимальном количестве. По мере повышения его содержания урожай будет возрастать пропорционально вносимым дозам до тех пор, пока не окажется в минимуме другое вещество. Фактор, находящийся в минимальном значении, будет ограничивать жизнедеятельность организма, т. е. является лимитирующим.

Лимитирующий фактор – фактор, уровень которого в качественном или количественном отношении (недостаток или избыток) оказывается близким к пределам выносливости организма.

Позднее В. Шелфорд (1913) показал, что у каждого живого организма в отношении различных экологических факторов существуют пределы выносливости (толерантности), между которыми располагается его экологический оптимум. Присутствие или процветание организма в данном местообитании зависит от комплекса экологических факторов. По каждому фактору имеется диапазон толерантности, за пределами которого организм не способен существовать. Невозможность процветания или отсутствие организма определяется теми факторами, значения которых приближаются или выходят за пределы толерантности.



Для количественной характеристики воздействия экологических факторов на показатели жизнеспособности особей, такие, как скорость роста, развития, плодovitость, урожайность используется понятие *функция отклика*.

*Функция отклика* – это количественная зависимость показателя жизнедеятельности особей рассматриваемой популяции на изменение экологических факторов. Одна из основных задач факториальной экологии состоит в определении этих зависимостей, т. е. в идентификации функций отклика.

Первый шаг на пути решения этой задачи состоит в получении частной зависимости функции отклика от одного фактора-аргумента при фиксированных значениях других (методология *однофакторного эксперимента*). В типичных случаях график частной функции отклика на изменение фактора имеет форму выпуклой кривой, монотонно возрастающей от минимального значения фактора до максимума при оптимальных значениях фактора и монотонно убывающей, с приближением фактора к максимальному значению.

**Задание 1.** Изучить функцию отклика урожая культурных растений по схеме однофакторного эксперимента в зависимости от общего запаса азота в почве.

Для определения частной функции отклика урожая культурных растений от общего запаса азота в почве будем пользоваться формулой А. Митчерлиха:

$$\Phi(\chi) = A_{\max} \cdot (1 - 10^{-\alpha\chi}) \cdot 10^{-\kappa\chi^2}, \quad (1)$$

где  $A_{\max}$  – максимальный генетически возможный урожай (ц/га);

$\chi$  - общий азот почвы равный сумме: азот почвы + азот удобрений (ц/га);

$\alpha$  - коэффициент равный 0,122 (ц/га);

$\kappa$  - коэффициент равный 0,032 (ц/га).

Будем исходить из предпосылки, что в общем запасе азота, «азот почвы» величина постоянная, как и максимальный генетически возможный урожай ( $A_{\max}$ ).

Для вычисления оптимальной дозы азотных удобрений и построения графика частной функции отклика растений воспользуемся данными таблицы 1.1.

Таблица 1.1 – Варианты заданий для определения функции отклика сельскохозяйственной культуры на содержание азота в почве

Варианты	Культура	$A_{\max}$ , ц/га	Азот почвы, ц/га
1	2	3	4
1	Пшеница	90	0,30
2	Ячмень	70	0,58
3	Овес	75	0,34
4	Просо	80	0,55
5	Кукуруза	150	0,27
6	Гречиха	50	0,38
7	Соя	60	0,68
8	Пшеница	95	0,70
9	Ячмень	75	0,50

## Окончание таблицы 1.1

1	2	3	4
10	Овес	70	0,60
11	Просо	85	0,29
12	Кукуруза	140	0,25
13	Гречиха	55	0,52
14	Соя	65	0,62
15	Пшеница	100	0,54
16	Ячмень	65	0,26
17	Овес	70	0,31
18	Просо	80	0,64
19	Кукуруза	145	0,65
20	Гречиха	50	0,48
21	Соя	60	0,51
22	Пшеница	90	0,56
23	Ячмень	70	0,45
24	Овес	70	0,33
25	Просо	80	0,28
26	Гречиха	55	0,35
27	Кукуруза	155	0,40
28	Соя	65	0,46
29	Пшеница	95	0,66
30	Ячмень	75	0,42

Используя для расчетов формулу Митчерлиха и данные таблицы 1.1, выполните один из вариантов и заполните пустующие ячейки таблицы 1.2.

Таблица 1.2 – Соотношение урожайности культурных растений и содержания азота удобрений в почве

Уровень фактора «азот удобрений», ц/га	$\Phi_{(x)}$ Функция отклика (урожайность), ц/га
0,2	
0,5	
1,0	
1,5	
2,0	
2,5	
3,0	
3,5	
4,0	
4,5	
5,0	

**Задание 2.** Постройте график зависимости относительной урожайности  $\Phi_{(x)}$  от общей обеспеченности почвы азотом.

**Задание 3.** Определите оптимальную дозу азотных удобрений при данном уровне азота в почве. Запишите вывод.

**Задания для самостоятельной работы:**

1) Выберите по 2-3 вида растений и животных. В табличной форме опишите экологические факторы, необходимые для жизнедеятельности выбранных видов растений и животных.

2) В виде схемы представьте пределы толерантности по 3-4 экологическим факторам для выбранных видов растений и животных.

3) Объясните, чем и почему отличаются пределы толерантности у разных видов растений и животных.

## **Тема 1.2. Свет как экологический фактор**

**Материалы и оборудование:** таблицы действия света на организмы; гербарии растений (березы, сосны обыкновенной, дуба, ясеня, липы, ивы, осины, клена, ели, лиственницы, ольхи черной, граба, бука, пихты); иллюстрации дневных и ночных животных; карты природно-географических зон; лупы; пинцеты; микроскопы МБС; предметные стекла.

Условия жизни организмов определяются общим потоком излучения в окружающей их среде. Организмы, которые живут на поверхности планеты или вблизи нее, воспринимают поток энергии, состоящий из солнечного излучения и длинноволнового теплового излучения от соседних тел. Эти два фактора обуславливают температуру, скорость испарения воды, движения воздуха и воды.

Солнечная радиация, поступающая на поверхность Земли, составляет около 99,8% в общем балансе энергии планеты. Она поддерживает тепловой баланс Земли, обеспечивает водный обмен организмов, создание и превращение органического вещества автотрофным звеном биосферы. Это формирует среду, удовлетворяющую жизненные потребности организмов.

Излучение, которое достигает поверхности Земли, подразделяется на коротковолновое (300-4000 нм) и длинноволновое (более 4000 нм). Ультрафиолетовые лучи короче 290 нм, губительные для живых организмов, поглощаются озоновым слоем и до поверхности планеты практически не доходят.

Наибольшее значение для жизнедеятельности организмов имеет коротковолновая радиация; она в свою очередь условно разделяется на ультрафиолетовую (менее 400 нм), видимую (400-760 нм) и близкую инфракрасную (760-4000 нм) радиацию.

Длинноволновые УФ-лучи, которые обладают большой энергией фотонов, характеризуются высокой химической активностью. В больших дозах они вредны для организмов, в малых — необходимы многим из них. УФ-лучи в диапазоне

250-300 нм оказывают мощное бактерицидное действие, а при длине волны 200-400 нм вызывают у человека загар, который является защитной реакцией кожи.

В пределах видимого участка спектра выделяют фотосинтетически активную радиацию (длина волн 380-710 нм), ее энергия поглощается пигментами листьев, обеспечивая фотосинтез.

Важными с экологической точки зрения характеристиками света являются *продолжительность воздействия (длина дня), интенсивность, спектральный состав.*

Свет представляет собой первично-периодический фактор: закономерная смена дня и ночи, сезонные изменения длины светлой части суток происходят с жесткой ритмичностью, которая определяется астрономическими процессами и на проявления которой не могут повлиять условия на Земле. Поэтому *фото-период (длина дня)* наиболее устойчив в своей динамике, автономен и не подвержен другим влияниям.

**Задание 1.** Построение и анализ графиков поступления солнечной радиации на земную поверхность.

Для построения двух графиков необходимо использовать таблицы 1.3 и 1.4.

На оси абсцисс откладываются показатели годового количества солнечной радиации (ккал/см<sup>2</sup>), на оси ординат – географическая широта (градусы). Для анализа графиков изучить карту природных зон (биомов) мира, определяя, какие биомы располагаются на указанных широтах. Для анализа использовать также показатели суммарной радиации различных сезонов года. При анализе ответить на вопросы:

Как изменяется приток солнечной радиации на различных широтах при отсутствии и наличии атмосферы? Как характер земной поверхности влияет на поступление солнечной радиации?

Таблица 1.3 – Количество солнечной радиации (ккал/см<sup>2</sup>) поступающей на земную поверхность на разных широтах северного полушария, полученное в предположении отсутствия атмосферы (по Б. П. Алисову)

Широта	Летнее полугодие	Год
90° с. ш.	133	133
80° с. ш.	134,5	137,5
70° с. ш.	138,5	152
60° с. ш.	149	182,5
50° с. ш.	161	220
40° с. ш.	170	254
30° с. ш.	175	283
20° с. ш.	174,5	303,5
10° с. ш.	170	317
0° с. ш.	160,5	321

Таблица 1.4 – Изменение количества солнечной радиации с географической широтой (по К. Я. Кондратьеву)

Пункт наблюдений	Широта	Суммарная радиация, ккал/см <sup>2</sup>				
		зима	весна	лето	осень	за год
Бухта Тихая	80°19' с. ш.	0	23	31	2	56
Бухта Тикси	71°35' с. ш.	0,7	31	33	5	70
Павловск	59°41' с. ш.	4	28	40	10	82
Воронеж	51°41' с. ш.	7	30	42	15	94
Ташкент	41°20' с. ш.	13	37	57	27	134
Гоналулу	21°18' с. ш.	35	52	56	45	188
Джакарта	6°10' с. ш.	33	35	36	38	142

**Задание 2.** Изучение адаптаций гелиофитов и сциофитов. Рассмотреть гербарии светолюбивых (гелиофитов), тенелюбивых (сциофитов) и теневыносливых (факультативных гелиофитов) растений, отметить их морфологические особенности.

**Задание 3.** Работа с экологической шкалой древесных растений по отношению к свету.

Экологическая шкала видов древесных растений по отношению к свету (от светолюбивых к тенелюбивым): лиственница → береза → сосна обыкновенная → осина → ива → дуб → ясень → клен → ольха черная → ильм → сосна крымская → ольха белая → липа → граб → ель → бук → пихта.

Изучить гербарии и экологическую шкалу растений. Выписать по 3 названия растений (рода или вида) гелиофитов и сциофитов, определить их характерные отличия по гербариям.

**Задание 4.** Изучение анатомических адаптаций гелиофитов.

Рассмотреть микропрепараты листьев камелии и ириса, отметить степень развития эпидермы и кутикулы, наличие механической, палисадной и губчатой ткани, степень развития межклетников.

**Задание 5.** Работа с иллюстрациями чучелами животных ночного и дневного образа жизни.

Рассмотреть животных, отметить морфологические адаптации к дневному и ночному образу жизни.

**Задание 6.** Изучение адаптаций растений и животных к освещенности.

Пользуясь учебниками, выписать морфологические, анатомические, физиологические и поведенческие адаптации живых организмов к условиям освещенности.

### Тема 1.3. Температура как экологический фактор

**Материалы и оборудование:** таблицы действия температуры на организмы; гербарии теплолюбивых и холодостойких растений (багульник, брусника, карликовая береза, карликовая ива, саксаул, джузгун, тамарикс); таблицы и иллюстрации животных криофилов и криофобов; лупы; образцы меха млекопитающих (чучела); микроскоп МБС; карты климатических поясов, распределения температур в январе и июле.

Температура окружающей среды наряду с солнечным излучением является одним из самых важных факторов, воздействующих на живые организмы. Известны, по крайней мере, *четыре источника тепловой энергии*, влияющих на температурное состояние организмов: 1) *тепло среды*, в которой они живут (вода, почва, воздух); 2) *дополнительное тепло в виде прямого солнечного излучения* для организмов, живущих на поверхности почвы (особенно большие количества тепловой энергии в области инфракрасного и видимого излучения); 3) *тепло, выделяющееся при разложении органических остатков* (компост, навоз, силос) в результате бактериальной ферментации; 4) *постоянный источник тепла в виде энергии, высвобождающейся в процессе метаболизма*, главным образом, при *катаболизме*. При этом внутренние источники энергии у животных могут иметь важное значение для установления независимой от температуры окружающей среды температуры тела. В случае если тепла, выделяемого при катаболизме, недостаточно для устойчивого поддержания определенного уровня в организме, он оказывается зависимым от температуры окружающей среды. По этому признаку организмы делятся на две большие группы: *эндотермных (гомойотермных)* и *эктотермных (пойкилотермных)*.

Влияние температуры окружающей среды на организмы можно рассматривать с двух точек зрения. *Качественное* влияние температуры на организмы связано со спецификой их индивидуального развития. Для *количественного* воздействия температуры на организмы характерно наличие корреляционных связей между величиной действующего температурного стимула и масштабами биологических проявлений. Температура окружающей среды в таких случаях определяет интенсивность экологических явлений.

**Задание 1.** Определение температурных границ основных тепловых поясов и регионов максимального и минимального поступления тепла на земную поверхность.

Рассмотреть карту климатических поясов, распределения средних месячных температур января и июля, определить температурные границы поясов и районы, получающие минимальное и максимальное количество тепла в теплый и холодные периоды года северного и южного полушария.

**Задание 2.** Проанализировав таблицу 1.5, распределить насекомых по возрастанию суммы температур, необходимых для развития.

Опишите, какие меры борьбы с насекомыми-вредителями можно предложить, используя сведения о необходимом для них температурном режиме.

Таблица 1.5 – Сумма температур, необходимых для развития насекомых

№ п/п	Название вида	Сумма температур, °С
1	Платяная моль	893,0
2	Капустная моль	377,0
3	Луговой мотылек	450,0
4	Озимая совка	100,0
5	Шелкопряд-монашенка	1240,0
6	Рисовый долгоносик	358,0
7	Плодовая муха	250,0

**Задание 3.** Определение стенотермных и эвритермных растений.

Изучить таблицу термоустойчивости листьев (таблица 1.6), определить эвритермные и стенотермные растения.

Таблица 1.6 – Термоустойчивость листьев (по А. Лархеру, 1978)

Экологические группы растений	Температура, при которой отмечаются повреждения, °С	
	минимальная	максимальная
Вечнозеленые древесные прибрежных районов с мягкой зимой	-6...-15	50-55
Летнезеленые деревья и кустарники с широким ареалом	-20...-40	Около 50
Травянистые	-10...-20	40-50
Вечнозеленые хвойные	-40 и ниже	44-50
Альпийские кустарники	-20...-70	48-54
Растения травянистых высокогорий и Арктики	-30...-196	44-54

**Задание 4.** Рассмотреть гербарии термофитов и криофитов. Определить морфологические адаптации к высоким и низким температурам.

**Задание 5.** Изучение образцов меха различных животных, определение их термоизоляционных свойств. Рассмотреть чучела лисы, зайца и образцы меха козленка, каракульской овцы, мериносовой овцы, определить наличие остиевой шерсти и подшерстка, мех с максимальной и минимальной плотностью шерсти, а также возможные районы их обитания.

**Задание 6.** Изучение анатомо-морфологических и физиологических адаптаций растений и животных к температурным условиям среды. Пользуясь учебником, выписать анатомо-морфологические и физиологические адаптации термобионтов и криобионтов.

## Тема 1.4. Вода как экологический фактор

**Материалы и оборудование:** карты распределения осадков, температуры и биомов на Земле; карты океанических течений; гербарии растений из разных экологических групп по отношению к воде.

Протекание всех биохимических процессов в клетках и нормальное функционирование организма в целом возможны только при достаточном обеспечении его водой. Она является одновременно и климатическим, и эдафическим (средообразующим) фактором, поскольку многим организмам, особенно растениям, вода требуется и в атмосфере, и в почве.

В почве содержится три типа воды: *гигроскопическая, гравитационная и капиллярная*.

В растениях вода присутствует в двух формах: свободной и связанной (в последнем случае ее водород химически связан в тканях растений).

Содержание воды в растениях составляет от 40 до 90 %: в стволах ев - 50-55 %, листьях деревьев - 79-82 %, листьях травянистых растений - 83-86 %, плодах томатов и огурцов - 94-95 %, в водорослях - 96-98 %.

Растения погибают при потере около 50 % воды.

Вода для живых организмов служит «универсальным растворителем»: в растворенном виде транспортируются питательные вещества, гормоны, выводятся токсичные продукты метаболизма и др.

В теле взрослого человека содержание воды достигает 63 %, новорожденного – 75 %. Человеку необходимо постоянно поддерживать и обновлять запасы воды в организме, потребляя в сутки не менее 20 мл на 1 кг массы. Обезвоживание на 10 % уже опасно, на 25 % - смертельно. Таким образом, удовлетворение потребностей в воде и борьба с ее возможными потерями составляют для наземных обитателей важнейшие экологические задачи.

Связь организмов с водной средой обусловлена, прежде всего, историей жизни, зарождение и развитие которой на протяжении долгого периода было ограничено водной средой. Полное освобождение от водной среды в связи с выходом на сушу потребовало появления многих морфологических и физиологических адаптаций. Особенности поддержания водного баланса зависят от того, в какой экологической обстановке обитают организмы, насколько они могут использовать различные источники влаги и задерживать воду в теле.

Физические свойства воды - плотность, удельная теплоемкость, растворенные в ней соли и газы, рН, движение являются для обитателей водной среды экологическими факторами их приспособления и выживания.

Эволюция животных и растений протекала в двух направлениях относительно роли воды в жизни организма. Первое из них – *пойкилогидризм*, второе – *гомойогидризм*. Пойкилогидричные организмы могут переносить значительные различия влажности окружающей среды и соответствующие им различия в содержании воды в клетках. Периоды высыхания такие организмы обычно переживают в состоянии покоя, при сильном обезвоживании тканей. У растений, например, с таким механизмом адаптации клетки не содержат вакуолей, поэтому при высыха-



нии они сокращаются значительно меньше, чем клетки, имеющие вакуоли. Гомойогидрические организмы приспособлены к постоянному содержанию воды в клетках. У растений клетки имеют большие вакуоли, но если высыхание клеток превысит некоторую пороговую величину, изменения в протоплазме станут необратимыми и приведут к гибели растения. У животных содержание воды в организме более постоянно; полное высыхание может происходить только у тех, которые образуют споры или цисты.

**Задание 1.** Анализ карт распределения осадков.

Изучить карты годового распределения осадков и природных зон (биомов), определить, для каких биомов характерно максимальное и минимальное количество атмосферных осадков. Обратит внимание на наличие теплых и холодных течений у побережья.

**Задание 2.** Изучение транспирационного расхода воды растительными сообществами.

Изучить таблицу 1.7, определить растительные сообщества, имеющие высокие и низкие показатели транспирации и их причины.

Таблица 1.7 – Транспирационный расход воды растительными сообществами

Растительные сообщества	Транспирация (мм)
Холодные высокогорные пустыни (Памир)	19-44
Заросли саксаула в пустыне (Каракумы)	65
Посадки древесных пород в степи (низкий уровень грунтовых вод)	150-280
Сосновые леса, зона смешанных лесов	120-270
Галоксерофиты и мезофиты	500-1000
Заросли прибрежных трав пресноводных водоемов (Средняя Европа)	1300-1600

**Задание 3.** Определение водного баланса насекомых.

Изучив таблицу 1.8, определить насекомых, которые получают воду не только из пищи, но и метаболическим путем.

Таблица 1.8 – Содержание воды в теле насекомых и в их пище

Название видов	Пища	% воды	
		в пище	в насекомом
Амбарный долгоносик	пшеничные зерна	9-11	46-47
Рисовый долгоносик	пшеничные или рисовые зерна	15-16	48-50
Колорадский жук	картофель	70-74	62-66
Траурница (гусеница)	листья березы	70-73	77-79
Репница (гусеница)	листья злаков	77-78	67-89

**Задание 4.** Изучение экологической шкалы древесных растений по отношению к влаге.

Экологическая шкала древесных растений по отношению к влаге (от засухоустойчивых к влаголюбивым): сосна → береза → лиственница → пихта → ель → осина → дуб → липа → вяз → бук → клен → ясень → ольха черная.

Из приведенной выше экологической шкалы выписать по 3 вида растений ксерофитов (засухоустойчивых) и гигрофитов (влаголюбивых) растений, определить по гербариям и записать их характерные отличия.

**Задание 5.** Изучение гербариев растений из различных экологических групп по отношению к воде.

Рассмотреть гербарий гидатофитов, гидрофитов, мезофитов, гигрофитов, ксерофитов. Выписать по 3 вида растений из каждой группы, определить их морфологические особенности по гербариям.

**Задание 6.** Изучение адаптаций животных к различным режимам влажности на суше.

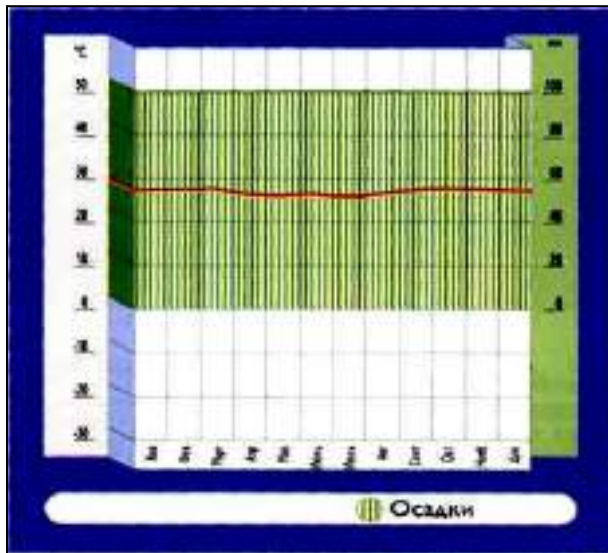
Пользуясь учебником, выписать адаптации наземных животных к обитанию в засушливой зоне, условиях умеренной и повышенной влажности.

### **Тема 1.5. Совместное действие абиотических факторов на живые организмы**

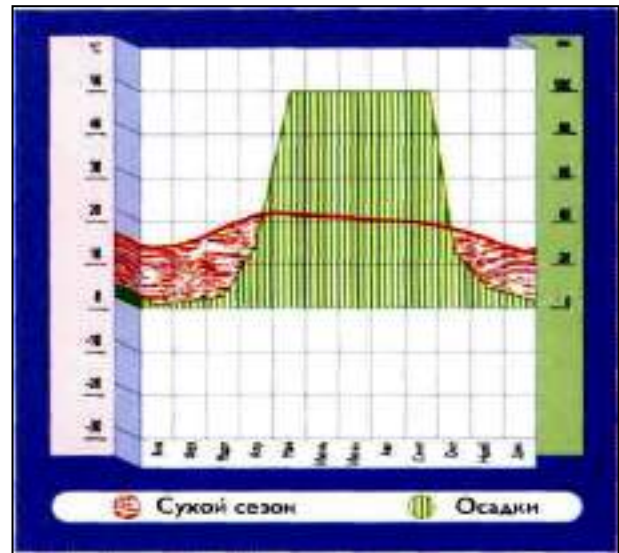
**Материалы и оборудование:** таблицы, схемы действия экологических факторов; определитель высших растений; гербарии растений (тростник, типчак, береза, ковыль, осока, тимьян, очиток, вереск).

Изучение совместного влияния температуры и влажности на растения и животных, анализ особенностей распределения организмов в градиенте гидротермических факторов среды позволили выявить целый ряд закономерностей, сформулированных в виде правил и принципов. Наиболее существенным во многих случаях оказалось то, что гидротермические показатели местообитаний зависят от погодных условий и климатической зоны. Поэтому одно и то же местообитание может оказаться неодинаковым по *микrokлимату* в годы с засушливой и жаркой погодой по сравнению с прохладными, сырыми годами. Точно так же в более южных климатических зонах микrokлимат внешне одного и того же местообитания будет иметь иные гидротермические показатели, чем на севере. В результате таких отклонений от нормы у видов наблюдается смена местообитаний, ярусов растительности, субстратов обитания и др.

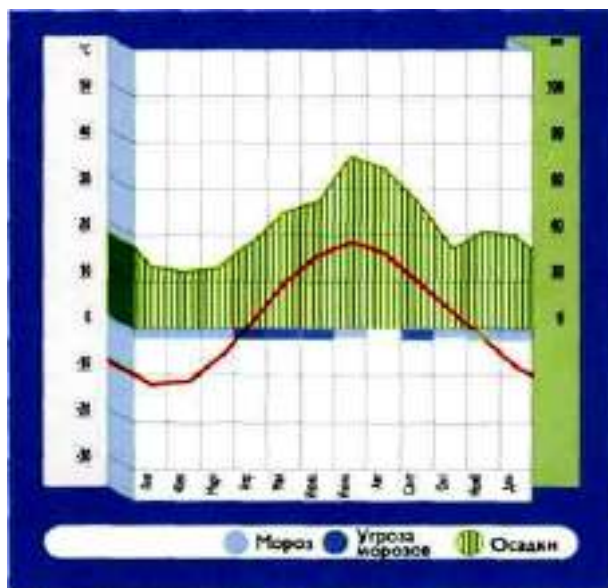
*Гидротермические условия* являются решающими в распределении растительности и животного населения на Земле. Наряду с присущими для каждой территории особенностями перемещения воздушных масс, температура и влажность определяют конкретные *погодные условия* (состояние приземного слоя атмосферы до высоты примерно 20 км) и *климат* местности (многолетний режим погоды) в целом. Знание климатических особенностей среды чрезвычайно важно для понимания экологии изучаемых видов организмов. Одним из способов графического изображения климата служат *климадиаграммы* (рисунок 1).



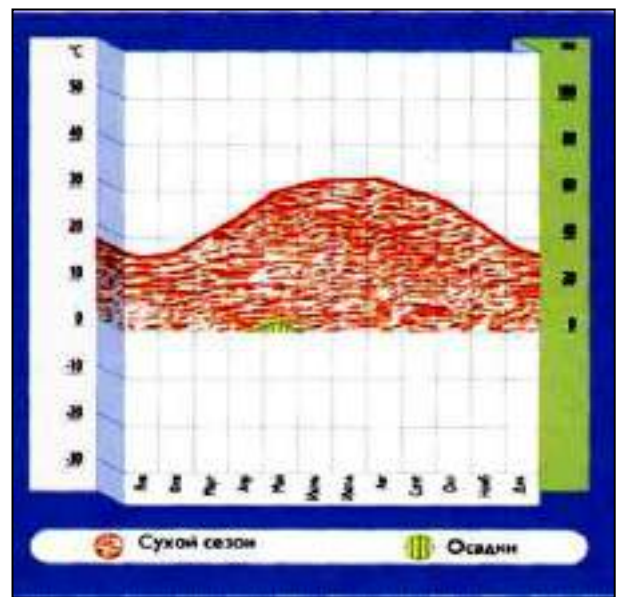
1



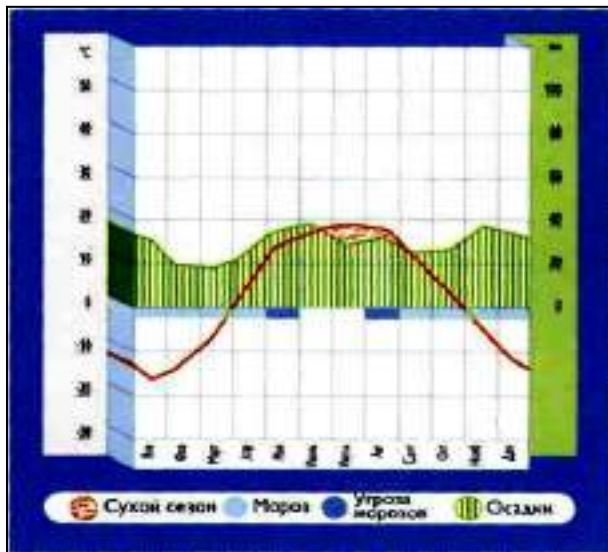
2



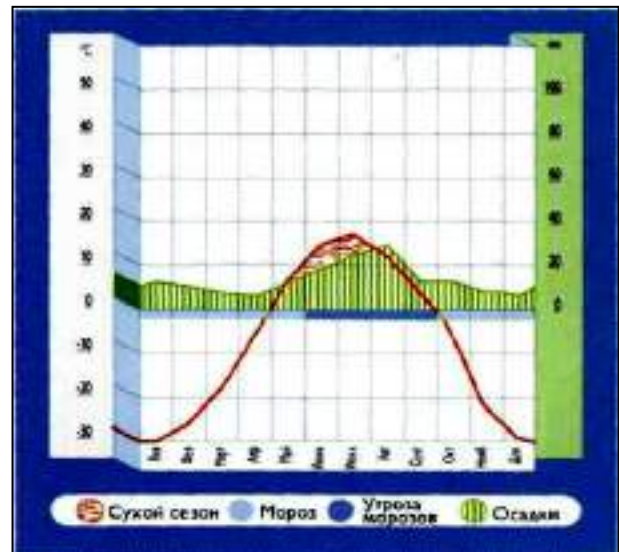
3



4



5



6

Рисунок 1 – Климат основных биомов суши (по Д. Эттенборо, 2001):  
 1 – влажный тропический лес; 2 – саванна; 3 – тайга; 4 – пустыня;  
 5 – степь; 6 – тундра.

**Задание 1.** Изучите процедуру составления климадиаграмм.

Какую важную информацию можно получить при анализе конкретных климадиаграмм (рисунок 2)? Что представляет собой климатограмма, какие сведения представляют особую ценность для эколога?

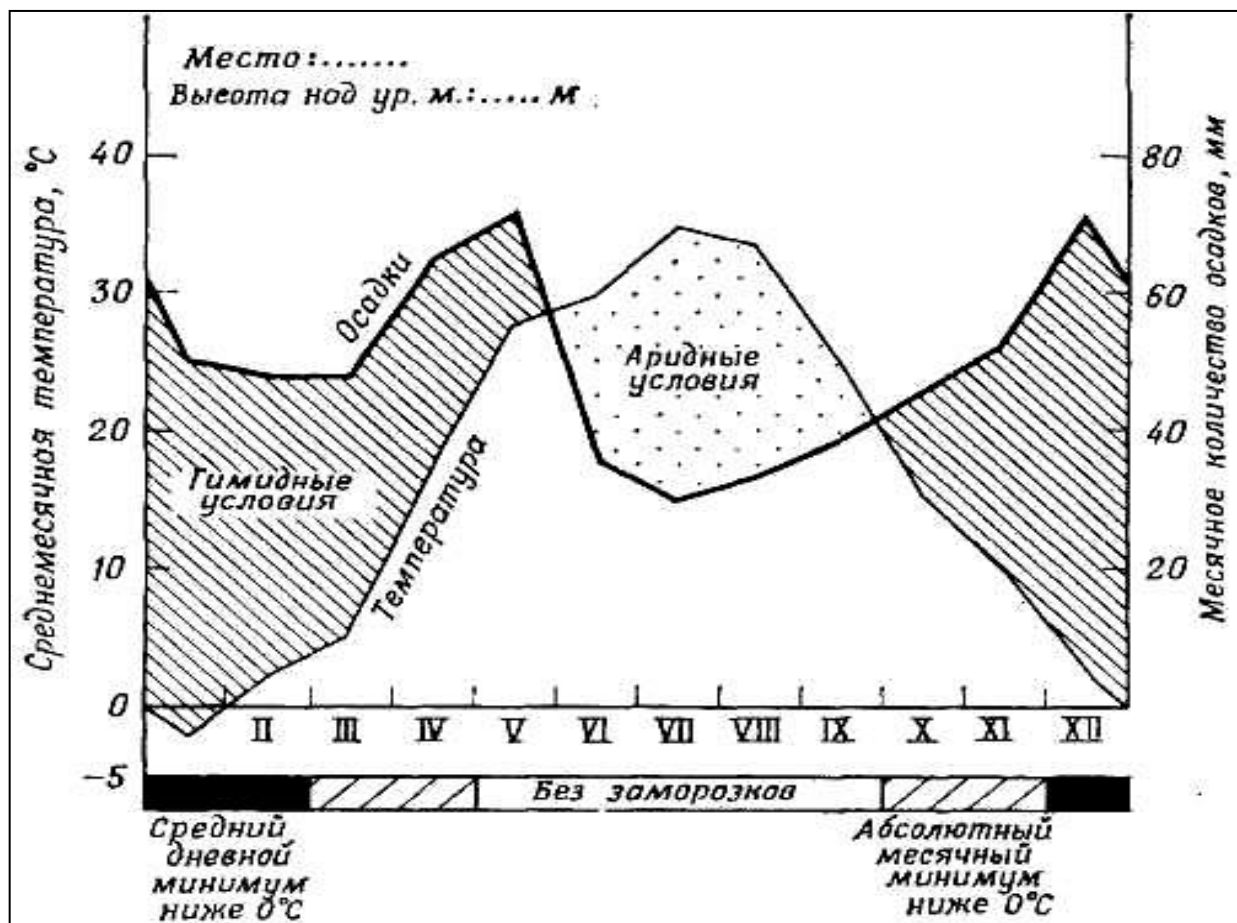


Рисунок 2 – Общий вид климадиаграммы (по Н. Walter, 1962).

**Задание 2.** Определение условий местообитания различных растений.

Пользуясь определителем высших растений, выяснить, в каких условиях местообитаний произрастают следующие растения: тростник, типчак, береза, ковыль, осока, тимьян, очиток, вереск. Определить, какие из них относятся к эврибионтам и стенобионтам.

**Задание 3.** Построение и анализ графиков действия света, тепла и влажности на растения.

По таблице 1.9 построить графики действия света, тепла и влажности. На оси абсцисс отмечаются календарные месяцы, на оси ординат – величина суммарной солнечной радиации, средних месячных температур и сумм атмосферных осадков.

Проанализировать построенные графики, установить факторы, определяющие начало и конец вегетационного периода растений, а также зону их жизнедеятельности, отметить ее штриховкой на графике. Необходимо учитывать, что веге-

тация растений возможна при сочетании положительных температур с величиной солнечной радиации выше 2 ккал/см<sup>2</sup> и количеством осадков не менее 30 мм.

Таблица 1.9 – Соотношение суммарной солнечной радиации, среднемесячной температуры и суммы атмосферных осадков в течение года

Месяцы	Суммарная солнечная радиация, ккал/см <sup>2</sup>	Среднемесячная температура, °С	Сумма осадков, мм
1	0	-38	30
2	2	-51	33
3	6	-40	39
4	7	-25	35
5	10	-7	49
6	10	10	42
7	15	17	54
8	6	12	57
9	1	-2	41
10	1	-13	40
11	0	-23	32
12	0	-31	27

### **Методы расчета основных показателей климата (самостоятельная работа)**

Формирование климата экосистемы – чрезвычайно сложное и динамическое явление, складывающееся при совместном действии атмосферных осадков, физического испарения или конденсации, транспирации растений и парообразного переноса влаги под влиянием градиентов влажности, температуры, скорости ветра и других факторов.

Экологическая характеристика климата основывается главным образом на использовании двух наиболее важных и хорошо изученных факторов: температуры и количества осадков. Поэтому неоднократно предпринимались попытки построения достаточно информативных показателей водно-теплового режима экосистем, вычисление которых не было бы связано с необходимостью полного описания гидротермического режима, а могли бы проводиться на основе достаточно легко определяемых величин. Среди показателей подобного рода наиболее широкое распространение получили следующие индексы: коэффициент увлажнения Высоцкого-Иванова, гидротермический коэффициент по Селянинову, радиационный индекс сухости Будыко, коэффициент увлажнения Торнтвейта, индекс аридности Мартонна.

**Задание 1.** Изучить методы расчета основных показателей климата.

Для выполнения работы необходимо использовать данные среднемесячных температур и влажности воздуха, месячные суммы осадков. Принято считать, что климат является холодным, если среднегодовая температуры меньше +5°С, жарким – больше +10°С, умеренным – между +5°С и +10°С; сухим – с годовой суммой

осадков меньше 300 мм, влажным – больше 1000 мм, умеренным – между 300 и 1000 мм.

1. Сумму тепла за год вычисляют путем умножения среднемесячной температуры на количество суток в месяце и суммированием положительных температур за все месяцы года (положительными считают температуры от 0° и выше).

2. Продолжительность вегетационного периода определяется суммой суток за те месяцы, средняя температура которых выше +5°С.

3. Продолжительность засушливых периодов. Засушливым считается период, за который количество осадков в мм, меньше 1/10 суммы тепла в градусо-днях за тот же период.

4. Коэффициент увлажнения Высоцкого-Иванова рассчитывается по следующей формуле:

$$K_{ви} = \frac{\sum_{i=1}^{12} P_i}{\sum_{i=1}^{12} 0,0018 \cdot (25 + T_i)^2 \cdot (100 - \omega_i)}, \quad (2)$$

где  $P_i$  – месячная сумма атмосферных осадков в мм;

$T_i$  – среднемесячная температура;

$\omega_i$  – относительная влажность воздуха.

Значение  $K_{ви} = 1,0$  соответствует нормальному режиму увлажненности, когда осадки полностью покрывают возможный расход на испарение и в то же время не превышают его. Экосистемы с коэффициентом увлажнения Высоцкого-Иванова  $K_{ви} > 1,0$  относятся к переувлажненным, или гумидным;  $0,6 < K_{ви} < 1,0$  – семигумидным;  $0,25 < K_{ви} < 0,6$  – семиаридным;  $0,25 < K_{ви}$  – аридным.

5. Радиационный индекс сухости Будыко:

$$K_B = \frac{R}{\lambda \sum_{i=1}^{12} P_i}, \quad (3)$$

где  $R$  – радиационный баланс в ккал/см<sup>2</sup>·год;

$P_i$  – месячная сумма атмосферных осадков в см;

$\lambda$  – удельная теплота парообразования ( $\lambda = 0,59$  ккал/г).

Значение радиационного индекса в пределах  $0 < K_B < 0,8$  соответствует избыточному увлажнению,  $0,8 < K_B < 1$  – оптимальное,  $1 < K_B < 2$  – умеренно недостаточное,  $2 < K_B < 3$  – недостаточное,  $K_B > 3$  – крайне недостаточное.

Используя данные таблицы 1.10, вычислите:

1. Сумму тепла за год в градусо-днях.
2. Продолжительность вегетационного периода.
3. Продолжительность засушливых периодов
4. Коэффициенты увлажнения Высоцкого-Иванова и радиационный индекс сухости Будыко.
5. Определите режим увлажненности экосистемы.

Таблица 1.10 – Варианты соотношения климатических факторов в течение года

Вариант	Показатели: <i>P</i> , мм <i>T</i> , °С <i>ω</i> , %	Месяцы												R
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Осадки Температура Влажность	335 26 72	270 26 68	300 27 71	400 27 81	425 28 82	320 27 70	320 27 68	245 26 61	215 25 62	200 26 66	230 26 69	270 27 60	68
2	Осадки Температура Влажность	18 21 34	63 24 32	262 27 43	807 30 72	950 27 75	999 25 81	960 24 70	930 24 71	900 23 76	476 21 61	68 19 37	13 20 31	54
3	Осадки Температура Влажность	35 -7 34	32 -3 39	26 -1 36	27 2 37	50 7 39	71 14 34	78 22 25	73 23 31	57 10 35	49 3 32	54 -3 30	44 -6 31	46
4	Осадки Температура Влажность	11 -1 23	11 2 28	12 7 22	13 12 25	15 18 18	9 32 14	6 32 12	7 36 9	6 20 12	11 10 21	13 5 17	14 0 21	71
5	Осадки Температура Влажность	33 -8 45	30 -7 42	33 -3 47	36 5 40	53 12 48	70 16 46	93 18 51	82 16 49	61 11 57	46 5 41	47 -1 39	36 -5 32	45
6	Осадки Температура Влажность	40 -9 34	35 -7 39	37 -3 35	43 6 41	57 13 39	77 17 37	82 19 43	78 17 42	54 12 38	49 6 39	47 -2 37	47 -1 45	43
7	Осадки Температура Влажность	29 -9 39	30 -5 43	28 -1 38	35 4 48	45 13 37	77 16 31	70 18 29	78 15 49	44 13 36	35 7 37	40 -3 36	34 -4 29	40
8	Осадки Температура Влажность	34 -7 36	30 -6 31	30 -2 38	42 6 41	53 11 45	71 15 46	84 19 37	68 17 34	53 12 34	42 6 35	42 -2 32	41 -5 33	47
9	Осадки Температура Влажность	28 -5 40	31 -4 46	33 -1 31	36 7 29	50 14 36	76 17 51	71 18 30	72 17 43	46 13 28	37 8 45	36 -4 36	32 -2 48	58
10	Осадки Температура Влажность	310 23 69	220 21 56	260 25 71	410 27 81	415 28 80	305 27 70	330 25 66	215 26 61	215 25 62	205 26 66	210 21 69	230 23 60	66
11	Осадки Температура Влажность	18 21 34	63 24 32	262 27 43	807 30 72	950 27 75	999 25 81	960 24 70	930 24 71	900 23 76	476 21 61	68 19 37	13 20 31	54
12	Осадки Температура Влажность	45 -8 32	42 -3 37	36 -1 34	37 2 35	60 7 37	81 14 33	88 22 23	83 23 29	67 10 33	59 3 30	64 -3 28	54 -6 29	56
13	Осадки Температура Влажность	12 -1 23	12 2 29	13 7 22	14 11 25	16 17 18	10 32 16	7 32 12	8 36 9	7 20 14	12 10 21	14 5 17	15 0 21	72
14	Осадки Температура Влажность	35 -11 43	32 -9 39	35 -4 45	38 2 38	55 12 46	72 16 44	95 18 49	84 16 47	63 11 55	48 1 39	49 -7 37	38 -9 30	40

Окончание таблицы 1.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
15	Осадки	45	40	43	48	62	83	87	82	59	54	52	47	41
	Температура	-9	-7	-3	6	13	17	19	17	12	6	-2	-1	
	Влажность	36	41	37	39	42	38	45	44	40	37	35	43	
16	Осадки	23	25	22	32	41	67	65	71	41	35	48	34	38
	Температура	-9	-5	-1	4	13	16	18	15	13	7	-3	-4	
	Влажность	39	43	38	48	37	31	29	49	36	37	36	29	
17	Осадки	50	46	45	58	69	87	100	82	69	57	62	61	27
	Температура	-10	-8	-2	6	11	15	19	17	12	3	-6	-8	
	Влажность	36	31	38	41	45	46	37	34	34	35	32	33	
18	Осадки	18	21	23	26	40	56	51	52	26	27	16	12	38
	Температура	-5	-4	-1	7	14	15	14	16	13	8	-4	-2	
	Влажность	40	46	31	29	36	51	30	43	28	45	36	48	
19	Осадки	235	170	200	300	325	220	220	145	115	100	130	170	72
	Температура	24	24	25	25	26	26	27	24	23	24	23	25	
	Влажность	72	68	71	71	83	70	68	61	62	66	69	60	
20	Осадки	19	63	162	607	750	799	760	730	700	376	68	13	64
	Температура	21	24	27	30	27	25	24	24	23	21	19	20	
	Влажность	34	32	43	72	70	81	71	73	76	61	37	31	
21	Осадки	35	32	26	27	50	71	78	73	57	49	54	44	26
	Температура	-8	-4	-2	3	8	15	23	24	12	4	-4	-7	
	Влажность	34	39	36	37	39	34	25	31	35	32	30	31	
22	Осадки	29	30	30	42	53	71	76	68	53	42	42	41	51
	Температура	-4	-2	-0	4	9	13	15	14	9	4	1	-3	
	Влажность	36	31	38	41	45	46	37	34	34	35	32	33	
23	Осадки	28	31	33	36	50	76	71	72	46	37	36	32	28
	Температура	-15	-14	-10	3	11	12	10	11	6	2	-4	-2	
	Влажность	40	46	31	29	36	51	30	43	28	45	36	48	
24	Осадки	135	170	100	200	225	118	120	145	115	105	130	170	68
	Температура	26	26	27	27	28	27	27	26	25	26	26	27	
	Влажность	72	68	71	81	82	70	68	61	62	66	69	60	
25	Осадки	118	163	362	807	950	999	960	930	900	476	68	13	64
	Температура	20	23	26	29	26	24	23	22	21	20	18	19	
	Влажность	34	32	43	72	75	81	70	71	76	61	37	31	

### ***Задание для самоподготовки***

Изучить материал по теме «Факториальная экология», используя лекции и учебник «Общая экология», ответить на вопросы: 1) объясните понятие среды с экологической точки зрения; 2) приведите классификацию экологических факторов по происхождению, очередности, характеру воздействия и другим признакам; 3) объясните общий характер действия экологических факторов на живые организмы.

### ***Вопросы для контроля знаний по разделу 2:***

1. Приведите классификацию экологических факторов.
2. Объясните различия между природными и антропогенными факторами.
3. Опишите деление факторов на ресурсы и условия.



4. Какова количественная оценка экологических факторов? Раскройте сущность закона оптимума как основы выживания организмов. Какие кардинальные точки определяют зону жизнедеятельности организмов? В чем отличие жизнедеятельности организмов в зонах оптимума и пессимума?

5. Объясните понятие «толерантность». Опишите границы толерантности и их взаимосвязь с многообразием видов. Как изменяется толерантность и положение оптимума в онтогенезе и по сезонам года?

6. Объясните явление акклимации. Чем различаются эврибионтные и стенобионтные виды? Приведите примеры.

7. Какова структура солнечного света?

8. От чего зависит количество солнечной радиации, попадающей на поверхность Земли?

9. Какую роль играет солнечный свет в жизни зеленых растений?

10. Какие адаптации имеют гелиофиты и сциофиты?

11. Какое значение имеет свет для животных?

12. Перечислить анатомо-морфологические, физиологические и поведенческие адаптации животных к свету.

13. От каких факторов зависят температурные условия местообитания?

14. Какими адаптациями обладают теплолюбивые и холодостойкие растения?

15. Какое влияние на процесс фотосинтеза оказывают температурные условия?

16. Какие адаптации к низким и высоким температурам имеют животные?

17. Какие формы воды используются растениями и животными?

18. Перечислить адаптации растений к гидрологическому режиму местообитания.

19. Перечислить адаптации животных к гидрологическому режиму местообитания.

## РАЗДЕЛ 2. СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ОРГАНИЗМОВ

### Тема 2.1. Наземно-воздушная среда

**Материалы и оборудование:** карты первичной продуктивности климатических поясов, осадков, температур; иллюстрации, коллекции плодов и насекомых, перьев; лупы; скелет птицы; плакат по анатомии птиц.

**Задание 1.** Анализ карты первичной продуктивности суши.

Рассмотреть карту первичной продуктивности суши, определить районы максимальной и минимальной продуктивности.

Пользуясь климатическими картами (осадков, температур, климатических поясов), определить основные климатические показатели районов с максимальной и минимальной продуктивностью суши.

**Задание 2.** Выявление сходства адаптаций плодов растений и тела насекомых к использованию воздушных потоков для перемещения.

Рассмотреть коллекции и иллюстрации насекомых и плодов растений, определить сходные адаптации к переносу их ветром.

**Задание 3.** Анализ биологических спектров экобиоморф (жизненных форм) растений тундры, пустыни, листопадного леса, дождевого тропического леса.

Изучив по таблице 2.1 биологические спектры наземных экосистем, определить возможные причины преобладания в них определенных экобиоморф растений.

Таблица 2.1 – Биологические спектры наземных экосистем

№ п/п	Экобиоморфы растений	Соотношение экобиоморф в разных биомах, %			
		тундра	пустыня	листопадный лес умеренного пояса	дождевой тропический лес
1	Деревья	0	0	20	50
2	Кустарники	6	0	7	0
3	Кустарнички	8	0	6	12
4	Стланики	3	0	0	0
5	Растения-подушки	10	0	0	0
6	Полукустарники	0	13	0	0
7	Многолетние травы	70	17	40	0
8	Геофиты (луковичные)	3	10	22	0
9	Однолетники	0	60	5	0
10	Эпифиты	0	0	0	22
11	Лианы	0	0	0	12

**Задание 4.** Изучение адаптаций животных к полету на примере птиц.

Рассмотреть при помощи лупы контурные и пуховые перья птиц, описать особенности их строения и приспособления других систем органов к полету.

## Тема 2.2. Водная среда обитания организмов

**Материалы и оборудование:** схемы и иллюстрации, влажные препараты обитателей водной среды; гербарии стрелолиста обыкновенного, белокрыльника болотного, водокраса лягушачьего, ряски малой, осоки острой, элодеи канадской, сусака зонтичного; учебник экологии.

**Задание 1.** Определение степени насыщения воды кислородом.

Построить график зависимости концентрации растворенного в воде кислорода от температуры воды, пользуясь таблицей 2.2. По оси абсцисс отмечаются температуры (t, °C), по оси ординат – концентрация кислорода (мг/л). Определить оптимальные условия для организмов от 0 до 16,5°C, заштриховать на графике.

Таблица 2.2 – Зависимость концентрации растворенного в воде кислорода от температуры воды

Температура, t, °С	Концентрация кислорода, мгО <sup>2</sup> /л
0	14,6
2	14,0
4	13,0
6	12,2
8	11,6
10	11,0
12	10,6
14	10,0
16	9,8
18	9,5
20	9,0
22	8,8
24	8,5
26	8,2
28	7,9
30	7,8

**Задание 2.** Изучение морфологических особенностей водных животных.

Рассмотреть иллюстрации различных видов рыб, определить, к какой экологической группе они относятся (нектон, бентос, глубоководный бентос).

**Задание 3.** Изучение анатомических особенностей гидатофитов.

Рассмотреть микропрепарат стебля рдеста, определить особенности строения: клеток, проводящих пучков, наличие аэренхимы.

**Задание 4.** Изучение пищевых связей в трофической сети океана.

Используя рисунок «Экологическая система океана» (С. 414) из учебника А. С. Степановских «Общая экология» (2002) определить продуцентов, консументов I порядка, II, III, IV порядка, разделив детритные и пастбищные цепи.

**Задание 5.** Составление экологической характеристики растения-гидрофита.

Используя гербарий, определитель растений и план составления экологической характеристики, описать одно из предложенных растений.

*Схема составления экологической характеристики растения:*

Систематическое положение.

Район произрастания (материк, горная система, бассейн реки, плато и др.).

Место произрастания (биом, рельеф, берег реки, ориентация склона и др.)

Жизненная форма. Экологическая группа.

Подземные органы, их особенности, метаморфозы.

Побеги (функция, структура, метаморфозы, покровы, наличие опушенности, воскового налета и др.)

Листья (расположение, структура, метаморфозы, покровы, наличие опушенности, воскового налета и др.).

Цветок (одинокый или соцветие, раздельнополый или однополый, особенности строения, окраска и др.)

Плоды и семена (сухие или сочные, односемянные или многосемянные, особенности строения околоплодника и др.).

Двигательные адаптации растения.

Физиологические адаптации, особенности поглощения питательных веществ.

Взаимоотношения с другими организмами (внутривидовые и межвидовые).

Использование человеком.

### Тема 2.3. Почвенная среда обитания

**Материалы и оборудование:** 200 см<sup>3</sup> почвенного образца; щипцы; жестяная банка емкостью 200 мл; стакан емкостью 500 мл; мерный цилиндр емкостью 500 мл; вода; стеклограф; металлический стержень; длинная пробирка (145 мм) с пробкой; штатив для пробирок; сульфат бария; раствор универсального индикатора и цветная таблица; шпатель; дистиллированная вода; пипетка на 10 мл; плакаты; иллюстрации почвенных животных; схема шкал увлажнения и плодородия почв; определитель позвоночных животных Рязанской области.

**Задание 1.** Анализ эдафических факторов.

Проанализировать таблицы 2.3, 2.4, 2.5. Определить к какому типу засоления и кислотности относятся почвы Рязанской области, если они содержат 0,01 % хлоридов и 0,1 % сульфатов, и на них произрастают ель, черника, хвощ. Какие культуры можно рекомендовать для выращивания на этих почвах?

Таблица 2.3 – Состав растительного покрова и на почвах различной кислотности

Состав растительности	Кислотность почвы
Хвощ, щавель, черника, осока, лапчатка, ель	Кислая (рН = 5,5)
Клевер, тимофеевка, люцерна, костер, дуб, сосна	Нейтральная (рН = около 7)
Ковыль, полынь, ольха, береза, осина, рябина	Щелочная (рН = 8)

Таблица 2.4 – Характеристика степени и типа засоленности почвы

Степень засоленности почв	Тип засоленности в зависимости от состава солей в сухой почве, %		
	Хлориды	Сульфаты	Гидрокарбонаты
1	2	3	4
Для хлоридно-сульфатного засоления			
Незасоленные	менее 0,01	-	-
Слабозасоленные	0,01-0,05	-	-
Среднезасоленные	0,05-0,10	-	-
Сильнозасоленные	0,1-0,2	-	-
Солончаки	более 0,2	-	-

1	2	3	4
Для сульфатного хлоридно-сульфатного засоления			
Незасоленные	0-0,1	менее 0,10	-
Слабозасоленные	0-0,1	0,1-0,4	-
Среднезасоленные	0-0,5	0,4-0,6	-
Сильнозасоленные	0-1,0	0,6-0,8	-
Солончаки	-	более 0,8	-
Для садового и смешанного засоления			
Незасоленные	0,01	0,02	менее 0,6
Слабозасоленные	0,01	0,05-0,1	0,1-0,2
Среднезасоленные	0,1	0,2	0,2-0,3
Сильнозасоленные	0,2	0,2	0,3-0,4
Солончаки	0,2	0,2	более 0,4

Таблица 2.5 – Оптимальные значения рН почвы для основных сельскохозяйственных культур

Растение	Оптимальные значения рН	Растения	Оптимальные значения рН
Овес	5,0-7,7	Картофель	5,0-5,5
Рожь озимая	5,5-7,5	Сахарная свекла	7,0-7,5
Пшеница яровая	6,0-7,5	Люцерна	7,0-8,0
Пшеница озимая	6,3-7,6	Клевер	6,0-7,0
Ячмень	6,8-7,5	Донник	6,5 и более
Кукуруза	6,0-7,0	Люпин	4,5-6,0
Просо	5,5-7,5	Тимофеевка	5,6 и более
Гречиха	4,7-7,5	Капуста	6,7-7,4
Горох	6,0-7,0	Свекла столовая	6,8-7,5
Соя	6,5-7,1	Томаты	6,3-6,7
Горчица	около 7	Редис, репа	5,5 и более
Лен	5,9-6,5	Морковь	5,5-7,0
Подсолнечник	6,0-6,8	Огурцы	6,0-7,9
Конопля	7,1-7,4	Салат	6,0-7,0
Чай	4,8-6,2	Хлопчатник	6,5-9,0

**Задание 2.** Определение содержания воды и органических веществ в почве.

При анализе 60 г влажного почвенного образца были получены следующие данные. После неоднократного нагревания до 110°C и охлаждения в эксикаторе почвенный образец приобрел постоянную сухую массу, равную 45 г. Затем сухой почвенный образец несколько раз прокаливали в тигле до красного цвета, охлаждали в эксикаторе и взвешивали. После чего масса образца стала равна 30 г. Подсчитайте содержание воды и органических веществ во влажном почвенном образце.

**Задание 3.** Определение содержания воздуха в почвенном образце.

Поместите пустую жестяную банку открытым концом вверх в стакан емкостью 500 мл, наполните стакан водой выше края банки. Отметьте уровень воды в стакане маркером.

Осторожно выньте банку, наполненную водой, и измерьте объем воды мерным цилиндром. Запишите объем (а). Уровень воды в стакане упадет на величину, равную объему воды в банке.

Сделайте примерно восемь маленьких отверстий на дне банки.

Банку открытым концом вниз проталкивайте в почву, с поверхности которой удалена растительность, до тех пор, пока почва не начнет выходить из отверстий. Осторожно выкопайте банку, переверните ее и удалите лишнюю почву, находящуюся выше края банки.

Снова осторожно поместите банку с почвой открытым концом вверх в стакан с водой и разрыхлите почву, чтобы вытеснить из нее воздух.

Уровень воды в стакане станет ниже, чем раньше, потому что часть воды израсходуется на замещение воздуха, который содержался в почве.

Из полного мерного цилиндра емкостью 100 см<sup>3</sup> добавьте воду в стакан до прежнего уровня. Запишите объем добавленной воды (b).

Процентное содержание воздуха в почвенном образце можно определить по формуле:  $(b : a) \times 100$ .

Выполните опыт с почвенными образцами из разных районов.

**Задание 4.** Определение текстуры почвы (соотношения твердых частиц в почвенном образце).

1. Поместите почвенный образец в мерный цилиндр и полностью залейте водой.

2. Энергично встряхните содержимое.

3. Для того чтобы частицы осели в соответствии с их плотностью и площадью поверхности, дайте смеси отстояться в течение 15 мин.

4. Измерьте объем различных фракций почвенного образца.

*Примечание.* Наблюдается послойное распределение составляющих почву частиц. Частицы органического вещества плавают на поверхности воды, частицы глины частично остались во взвешенном состоянии, а более крупные осели в виде слоя поверх песка и камней, распределившись в соответствии со своими размерами.

**Задание 5.** Определение pH почвенного образца.

1. Поместите в пробирку примерно 1 см<sup>3</sup> почвы и 1 см<sup>3</sup> сульфата бария, в результате чего коллоидная глина выпадет в виде хлопьев.

2. Добавьте 10 см<sup>3</sup> дистиллированной воды и 5 см<sup>3</sup> раствора универсального индикатора. Закройте пробирку пробкой, энергично встряхните и дайте содержимому отстояться в течение 5 мин.

3. По цветной таблице сравните цвет жидкости в пробирке с цветами индикатора и определите соответствующий уровень pH.

4. Выполните эксперимент с почвенными образцами из разных районов.

*Примечание.* При исследовании почвы рН является одной из наиболее важных характеристик. Несмотря на простоту определения, значение рН зависит от множества взаимодействующих факторов и служит хорошим показателем содержания питательных веществ в почве; кроме того, величина рН указывает на то, какие виды растений (и соответственно животных) могут успешно развиваться на данных почвах. Кислые почвы, как правило, менее богаты питательными веществами, поскольку в меньшей степени способны удерживать катионы.

**Задание 6.** Изучение особенностей жизнедеятельности представителей мезофауны почв.

Рассмотреть рисунки жизненных форм насекомых жуков-карапузиков и коллембол, определить их адаптации к почвенной среде и причины морфологических различий.

**Задание 7.** Определить толерантность по фактору влажности и богатства почв.

Рассмотреть и зарисовать схему шкал увлажнения и богатства (плодородия) почв. Определить растения эври- и стенобионты по отношению к влажности и богатству (плодородию) почв.

**Задание 8.** Экологическая характеристика животного (самостоятельная работа).

Пользуясь определителем, дать экологическую характеристику одного из приведенных видов млекопитающих и пресмыкающихся, обитающих в норах: барсука, лисицы, хомяка, землеройки, ежа, крота, ужа, ящерицы прыткой.

*План составления экологической характеристики животного:*

Систематическое положение (на латинском и русском языках).

Район обитания (материк, горная система, бассейн реки, плато и др.).

Местообитание (биом, рельеф, лес, луг, берег реки и др.).

Среда обитания (наземно-воздушная; почвенная; водная: соленая, пресная).

Экологическая категория (консумент I, II, III и других порядков).

Анатомо-морфологические адаптации:

а) особенности тела, конечностей, глаз, ушей, клюва, когтей (втягивающиеся или нет) и др.;

б) характеристика покровов (окраска, длина, густота, разнообразие шерсти, перьев, чешуи, щитков, иголок и др.).

Особенности питания (объекты, способы, адаптации к поеданию определенной пищи и др.).

Поведенческие адаптации.

Взаимодействие с другими организмами (внутривидовые и межвидовые).

**Задание 9.** Изучение почвенной фауны.

Рассмотреть иллюстрации представителей микрофауны, мезофауны и макрофауны, описать характерные адаптации животных, обитающих в почве.

**Задание 10.** Изучение разнообразия почвенных микроорганизмов.

Приготовить временный микропрепарат, взяв пипеткой каплю жидкой фракции влажной почвы. Рассмотреть препарат под малым и большим увеличением, указать, какие организмы обнаружены.

Аналогично приготовить микропрепарат из вытяжки сухой почвы, сравнить ее обитателей с предыдущим. Выписать признаки сходства и отличия.

**Вопросы для контроля знаний по разделу 2:**

1. Назовите характерные особенности наземно-воздушной среды обитания.
2. Перечислите адаптации к активному и пассивному полету у различных животных?
3. Какие адаптации имеют анемофильные и анемохорные растения?
4. Чем объяснить имеющееся соотношение жизненных форм растений в тундре, пустыне, лесах умеренных широт и тропиков?
5. Каковы особенности водной среды обитания?
6. Какими адаптациями обладают водные животные?
7. Какими анатомо-морфологическими признаками обладают водные растения?
8. Назовите виды животных-фильтраторов (обитателей разных слоев водоема). В чем особенности их питания?
9. В чем особенности почвенной среды обитания?
10. Какими адаптациями обладают животные микро-, мезо- и макрофауны?
11. Какое влияние оказывают на растения эдафические факторы?

### **РАЗДЕЛ 3. ЭКОЛОГИЯ ПОПУЛЯЦИЙ**

#### **Тема 3.1. Экологические характеристики популяции и методы их оценки. Динамика популяций**

Первой надорганизменной единицей, в линейной структуре биологической иерархии является *популяция*. По определению А. В. Яблокова (1987), *популяция* – это минимальная самовоспроизводящаяся группа особей одного вида, на протяжении эволюционно длительного времени населяющая определенное пространство, образующая самостоятельную генетическую систему и формирующая собственное гиперпространство. Под системообразующей связью, интегрирующей совокупность особей в единое целое, подразумевается обмен генами в процессе полового размножения, а под элементом системы – *особь* как носитель определенного *генотипа*. Функционирование популяции как целостной системы, обладающей только ей присущими качествами, проявляется в *эволюционном процессе*. Популяция – это элементарная единица эволюционного процесса и форма существования вида.

Пространство, заселенное особями, составляющими популяцию, называется *ареал*. Ареал, как правило, характеризуется географически однородными условиями существования, в пределах которого наблюдается единый ритм жизненных явлений и других функциональных особенностей, создающих морфофизиологический тип, отличающий данную популяцию от соседних, находящихся в иных географических условиях. Границы ареала во многих случаях совпадают с границами экологических систем.



Как биологическая единица, популяция обладает определенной структурой. *Структуру популяции* отражают такие ее показатели, как численность, плотность, распределение особей в пространстве, соотношение групп по полу, возрасту, их морфологические, поведенческие и другие особенности. Структура популяции формируется как на основе общебиологических свойств вида, так и под влиянием абиотических и антропогенных факторов среды.

*Численность популяции* – общее количество особей на данной территории или в данном объеме в пределах ареала.

*Плотность популяции* – среднее число особей на единицу площади или объема. Различают *среднюю плотность*, которая определяется числом особей или биомассой на единицу всего пространства и *экологическую* (удельную) – число особей или биомасса на единицу фактически заселенного пространства. При увеличении численности плотность популяции не возрастает лишь в случае ее расселения, расширения ареала.

*Пространственная структура* популяции определяет характер распределения особей в геометрическом пространстве, выражает их реакции на абиотические и биотические факторы среды. Различают случайное, равномерное и групповое (контагиозное) распределение особей и их групп.

*Половой состав* популяции имеет значение для роста ее численности. Генетический механизм обеспечивает равное соотношение (1:1) образующихся гамет по признаку пола, которое остается неизменным при рождении новых особей популяции. Однако, физиологические, поведенческие и экологические реакции самок и самцов, определяемые признаками сцепленными с полом, приводят к неравномерной смертности и нарушению исходного соотношения полов в жизненном цикле поколения.

Существует большое разнообразие методов оценки численности и плотности популяций, но все их можно объединить в следующие четыре группы: *прямой подсчет популяции, метод отлова и вторичного отлова, выборочный метод и косвенные методы оценки численности*. Выбор метода зависит от местообитания, биологических особенностей исследуемого вида и многих других факторов, но главный критерий заключается в минимальности ошибки результата проведенного подсчета.

*Прямой подсчет популяции* проводится редко, так как это слишком длительное и дорогостоящее мероприятие. К разновидностям данного метода относят обследование больших открытых территорий с помощью аэрофотосъемки, с последующей обработкой полученных снимков. Метод учет на маршрутах состоит в том, что учетчик всегда при одних и тех же условиях следует по строго отмеченному ориентирами маршруту известной протяженности и регистрирует все визуальные и звуковые встречи объектов подлежащих учету.

*Метод отлова и вторичного отлова* основан на простом теоретическом предположении. Пусть имеется популяция из  $N$  особей, из которых  $a$  особей пойманы, соответствующими образом маркированы и затем выпущены. Через некоторое время снова отлавливается  $b$  особей, из которых  $c$  оказались маркированными. В результате получаем простую пропорцию:

$$\frac{a}{N} = \frac{c}{b}, \text{ отсюда } N = \frac{ab}{c} \quad (4)$$

Метод дает удовлетворительные результаты при условии, что числа  $a$ ,  $b$ ,  $c$  и  $N$  достаточно велики.

*Выборочный метод* наиболее широко применяется экологами для определения численностей популяций во всех средах и отличается большим разнообразием используемых технических средств выборки. Главная задача состоит в том, чтобы добиться наибольшей репрезентативности взятой выборки.

*Косвенные методы оценки численности популяции* основаны на анализе видимых жизненных проявлений учитываемых особей (метод «открытых нор», число кротовин, количество помета на определенной площади, учет убитых животных и т. д.), но корреляция между полученными результатами и реальной численностью в этом случае часто бывает невелика.

Для определения типа пространственного распределения особей популяции воспользуемся формулой дисперсии или рассеяния  $s^2$ :

$$s^2 = \frac{\sum (x - m)^2}{n - 1}, \quad (5)$$

где  $n$  – число выборок;

$m$  – среднее число особей во всех выборках;

$x$  – число особей в данной выборке.

В случае *равномерного* распределения дисперсия  $s^2$  равна нулю, поскольку число особей в каждой выборке постоянно и равно среднему. При *случайном* распределении среднее  $m$  и дисперсия  $s^2$  равны, а их отношение ( $s^2/m$ ) равно 1. При *пятнистом (конгрегационном)* распределении  $s^2$  выше среднего, и разница между ними тем больше, чем сильнее тенденция организмов к образованию скоплений ( $s^2/m > 1$ ).

Общая численность популяции ( $N$ ) при равномерном распределении определяется по формуле:

$$N = m \cdot S, \quad (6)$$

где  $m$  – среднее число особей во всех выборках;

$S$  – площадь занята популяцией.

Экологическая (удельная) плотность популяции ( $N_e$ ) рассчитывается по формуле:

$$N_e = \frac{\sum n \cdot x}{n_e \cdot s_e}, \text{ где} \quad (7)$$

$n$  – число выборок;

$x$  – число особей в данной выборке;

$n_e$  – общее число выборок содержащих одну особь и более;

$s_e$  – площадь выборки.

**Задание.** Изучить методы определения структурных параметров популяций:

1) используя для расчетов формулу дисперсии, определите для одного из видов-сорняков, обнаруженных в составе агробиоценоза, тип пространственного распределения. Данные для расчетов приведены в таблице 3.1;

2) рассчитать общую численность популяции вида-сорняка, используя данные таблицы 3.1, при условии, что площадь агробиоценоза составляет 5 га;

3) используя данные таблицы 3.1, определить экологическую (удельную) плотность для вида-сорняка. Площадь выборки 1 м<sup>2</sup>.

Таблица 3.1 – Показатели для расчета параметров популяции

Вариант	Вид	n	Обнаружено особей (x)						
			0	1	2	3	4	5	6
1	Бодяк полевой	50	26	12	7	3	2	-	-
2	Крестовник Якова	50	29	12	4	3	2	-	-
3	Кульбаба осенняя	50	23	13	6	3	2	2	1
4	Мать-и-мачеха обыкновенная	50	24	14	5	3	2	2	
5	Мордовник шароголовый	50	26	14	4	3	2	1	-
6	Осот полевой	50	14	8	11	6	4	4	3
7	Ромашка непахучая	50	30	8	6	3	2	1	-
8	Тысячелистник обыкновенный	50	27	10	6	3	2	2	-
9	Цикорий обыкновенный	50	38	7	2	1	1	1	-
10	Марь белая	50	7	11	6	15	8	3	-
11	Подмаренник цепкий	50	24	9	8	4	3	2	-
12	Пикульник красивый	50	5	7	12	14	7	5	-
13	Пырей ползучий	50	9	11	12	14	1	1	2
14	Ежовик обыкновенный	50	15	21	5	4	2	2	1
15	Мятлик однолетний	50	31	13	2	1	3	-	-
16	Молочай лозный	50	18	12	6	7	4	2	1
17	Спаржа лекарственная	50	40	7	2	1	-	-	-
18	Гулявник высокий	50	18	24	3	2	1	1	1
19	Икотник серый	50	21	15	6	4	2	1	1
20	Сурепка обыкновенная	50	8	5	7	10	6	5	9
21	Звездчатка злаковая	50	31	16	1	1	1	-	-
22	Смолевка обыкновенная	50	37	4	4	3	2	-	-
23	Зубчатка обыкновенная	50	23	18	4	2	1	1	1
24	Коростовник полевой	50	29	16	2	1	1	1	-
25	Лапчатка гусиная	50	25	12	4	4	3	2	-
26	Живокость полевая	50	28	11	6	3	2	-	-
27	Лютик ядовитый	50	33	11	3	1	1	1	-
28	Лютик едкий	50	20	15	7	4	2	1	1
29	Вьюнок полевой	50	25	10	6	6	3	-	-
30	Горец почечуйный	50	34	6	7	2	1	-	-

## Динамика популяций

Показатели численности видов и их динамика являются основными в экологических исследованиях. Численность определяется визуально и инструментально, но чаще визуально. Всегда на учетной единице: площади (дм, м<sup>2</sup>, км<sup>2</sup>, га), длины (м, км), объема (м<sup>3</sup>, 10 дм<sup>3</sup>), времени (час, сутки) и т. д.

Основные показатели численности видов:

1. *Встречаемость* (частота встречаемости, коэффициент встречаемости) – это относительное число выборок, в которых встречается вид. Если выборка состоит из 100 учетных площадок, а вид отмечен на 43, то и встречаемость равна 43%. При встречаемости 25%, вид встречается в каждой четвертой площадке учета и он случайный. Высокая встречаемость, если вид отмечен более, чем на 50% уч. пл. Обычно закладывается 50 уч. пл., но не менее 25.

2. *Обилие* – это количество особей вида на единице площади или объема. Наиболее часто используются шкалы обилия Друде и Хульта (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Шкалы для определения обилия видов

Шкала обилия Друде	Шкала обилия Хульта (балльная)
soc – очень обильно, сплошь, проективное покрытие более 90 %	5 – очень обильно
sor1-3 – вид обилен, по величине обилия выделяются 3 степени, проективное покрытие соответственно: 30-40, 50-60 и 70-80 %	4 – обильно
sr – вид обычен, но сплошного покрова не образует, проективное покрытие 10-20 %	3 – не обильно
sol – вид растет рассеянно, проективное покрытие 3-5%	2 – мало
up – вид встречается один раз, проективное покрытие <1%	1 – очень мало

*Рост популяций* определяется в основном двумя противоположными явлениями – *рождаемостью* и *смертностью*, к которым можно добавить *эмиграцию* и *иммиграцию*.

*Рождаемость* (плодовитость) определяется числом новых особей, появившихся за единицу времени в результате размножения. Величина плодовитости каждого вида является приспособлением, обеспечивающим восполнение убыли популяции.

Различают *максимальную (физиологическую)* и *экологическую рождаемость*. Максимальная рождаемость величина постоянная и является теоретической, так как лимитируется только физиологическими факторами без учета влияния среды обитания. Экологическая рождаемость зависит от факторов внешней среды и обладает значительной вариабельностью.

*Смертность* характеризует гибель особей популяции и выражается числом особей, погибших за данный период времени, по отношению к численности всей популяции. Так же, как и рождаемость, смертность характеризуется максимальной (физиологической) продолжительностью жизни особи и *экологической или реализуемой, смертностью*. Экологическая смертность не остается постоянной и изменяется в зависимости от условий среды, тогда как средняя физиологическая продолжительность жизни является величиной относительно постоянной.

На численные показатели рождаемости и смертности популяции существенное влияние оказывают *эмиграция* (выселение), *иммиграция* (пополнение) и *общая миграция особей*. Обычно первые два из названных потоков мигрантов уравновешивают друг друга, но массовые перемещения особей между популяциями могут изменить их структуру и основные свойства. Для количественной характеристики процессов рождаемости и смертности используют *коэффициенты рождаемости и смертности*, которые показывают численные соотношения между рожденными и погибшими особями к общей численности популяции. Разница между коэффициентами рождаемости и смертности представляет собой *коэффициент прироста популяции*, в которой нет ни эмиграции, ни иммиграции.

Теоретически рост популяции, обладающей неограниченными пищевыми ресурсами и пространством, выражается экспоненциальной кривой (*биотический потенциал вида*), если допустить, что коэффициент прироста имеет постоянную величину. Однако огромная потенциальная возможность к размножению никогда не реализуется. Прежде всего, коэффициент прироста популяции обычно не остается неизменным, так как плодовитость и смертность изменяются в зависимости от условий среды и возраста особей популяции; кроме того, пища и территория никогда не представлены в неограниченных масштабах.

Интегральный фактор, который препятствует реализации биотического потенциала и выражает *сопротивление среды* приросту популяции является константой для конкретных условий обитания. Предел численности популяции, определяемый этой константой, соответствует максимальной биотической нагруженности рассматриваемой среды и называется *емкостью среды* для данного вида.

Наличие предела роста численности популяции превращает *экспоненциальную* кривую в S-образную, которая получила название *логистической*. Она показывает существование максимальной плотности популяции, лимитируемой емкостью среды.

Рост популяции, обладающей неограниченными ресурсами и пространством, выражается экспоненциальной кривой, при условии, что коэффициент прироста – величина постоянная. Уравнение экспоненциального роста можно представить в следующем виде:

$$N_t = N_0 e^{rt}, \quad (8)$$

где  $N_0$  – величина популяции в исходный момент;

$N_t$  – ее величина в момент времени  $t$ ;

$r$  – коэффициент прироста изолированной популяции;

$t$  – время;

$e$  – основание натурального логарифма, равное 2,7183.

Логистический рост популяции, учитывающий сопротивление среды, описывается уравнением:

$$N_t = \frac{K}{1 + [(K - N_0) / N_0] e^{-rt}}, \quad (9)$$

где  $N_0$  – величина популяции в исходный момент;

$N_t$  – ее величина в момент времени  $t$ ;

$K$  – емкость среды для максимальной плотности популяции;

$r$  – коэффициент прироста изолированной популяции;

$t$  – время;

$e$  – основание натурального логарифма, равное 2,7183.

**Задание.** Исследовать характер роста популяции при различных значениях показателей, определяющих этот процесс:

1) используя уравнение экспоненциального роста популяции, рассчитать биотический потенциал вида;

2) рассчитать рост численности популяции, используя уравнение для логистической кривой;

3) заполнить пустующие ячейки таблицы 3.3

Таблица 3.3 – Динамика численности популяций

Число особей ( $N_t$ )	Время ( $t$ )						
	0	2	4	6	8	10	12
Экспоненциальная кривая							
Логистическая кривая							

4) построить графики биотического потенциала и логистического роста популяции.

Для расчетов используйте данные таблицы 3.4.

Таблица 3.4. Популяционные характеристики различных видов

Вариант	Вид	$N_0$	$r$	$K$
1	2	3	4	5
1	Лесная мышовка	2	0,78	430
2	Красная полевка	2	0,86	530
3	Красно-серая полевка	2	0,68	330
4	Обыкновенная полевка	2	1,06	860
5	Серый хомячок	2	1,18	980
6	Водяная полевка	2	0,62	300

Окончание таблицы 3.4

1	2	3	4	5
7	Лесная мышь	2	1,12	920
8	Полевая мышь	2	0,94	740
9	Степная пеструшка	2	0,80	500
10	Полевка-экономка	2	0,64	310
11	Лесной лемминг	2	1,10	900
12	Соня-полчок	2	1,16	960
13	Обыкновенная белка	2	0,84	520
14	Алтайская пищуха	2	1,08	880
15	Лесная соня	2	0,70	350
16	Средняя бурозубка	2	1,00	800
17	Заяц русак	2	0,98	780
18	Обыкновенная бурозубка	2	0,72	400
19	Заяц беляк	2	0,88	540
20	Заяц толай	2	0,76	420
21	Садовая соня	2	0,96	760
22	Малая бурозубка	2	1,02	820
23	Серебристая полевка	2	0,82	510
24	Сурок тарбаган	2	0,74	410
25	Большой суслик	2	0,92	720
26	Водяная кутора	2	0,66	320
27	Крапчатый суслик	2	1,04	840
28	Сурок байбак	2	0,90	700
29	Малый суслик	2	1,14	940
30	Рыжая полевка	2	1,20	1000

### **Тема 3.2. Возрастной состав популяции. Демографические таблицы и кривые выживания**

В каждой популяции есть группы разновозрастных особей, соотношение которых характеризует способность популяции к размножению. Кроме того, в разном возрасте организмы предъявляют весьма различные требования к экологическим условиям и выполняют в экосистеме существенно различные функции. Чем сложнее такая структура, тем выше приспособительные возможности популяции.

По отношению к популяции можно выделить три экологических возраста, названных американским экологом А. Боденхеймером *предрепродукционным, ре-*

*продукционным и пострепродукционным.* Длительность этих возрастов относительно продолжительности жизни сильно варьирует у разных организмов. У многих растений и животных особенно длительным бывает предрепродукционный период. При благоприятных условиях в популяции присутствуют все возрастные группы, обеспечивая относительно стабильный уровень ее численности. На возрастной состав популяции влияют продолжительность жизни особей, период достижения половой зрелости, длительность периода размножения, количество генераций или приплодов в сезон, плодовитость и смертность разных возрастных групп.

Большой жизненный цикл растений включает все этапы развития особи – от возникновения зародыша до ее смерти или полного отмирания всех поколений ее вегетативно возникшего потомства. В зависимости от особенностей жизненного цикла конкретного вида и при наличии надежных диагностических признаков при изучении популяций растений различают 11 онтогенетических состояний особей: 1 – покоящийся зародыш; 2 – проростки и всходы; 3 – ювенильное; 4 – имматурное; 5 – виргинильное; 6 – раннее генеративное; 7 – зрелое генеративное; 8 – позднее генеративное; 9 – субсенильное; 10 – сенильное; 11 – состояние почти трупа. Состояние 1-5 соответствует пререпродукционному, 6-8 – репродукционному, 9-11 – пострепродукционному.

Различают три *пирамиды возрастов*: 1 – пирамида с широким основанием и, следовательно, высоким процентом молодняка, характерна для популяций с быстрым ростом; 2 – средний тип с умеренным количеством молодняка; 3 – пирамида с узким основанием и численным преобладанием старых особей над молодняком, характерна для сокращающихся популяций. Пирамида возрастов представляет собой диаграмму, в которой число особей или их процент в каждой возрастной группе изображены в виде горизонтальных прямоугольников, расположенных друг над другом.

Для изучения возрастного состава популяции и построения пирамиды возрастов пользуются дискретным вариантом описания возрастного состава популяции. Для этого весь интервал возможных возрастов от  $\tau_0$  до  $\tau_{\max}$  с помощью возрастающей последовательности разделим на  $m$  отрезков. Все особи популяции ( $n_i$ ) распределяются на  $m$  возрастных групп таким образом, что организм, возраст которого соответствует данному интервалу, относится к группе с номером  $i$ . Данные номеров возрастных классов  $i$ , возрастные интервалы в годах от  $\tau_0$  до  $\tau_{\max}$  и число организмов в данном классе  $n_i$  представлены в таблице 3.5.

Анализ возрастного состава популяции можно проводить как в абсолютных, так и в относительных значениях численного распределения особей по классам. Показатель относительного возрастного состава используется для сравнительного анализа различных популяций. Для этого вычисляется доля (частота) или процент, составляемый особями данного класса по отношению к общей численности популяции с использованием следующей формулы:

$$p_i = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^s n_i}, \quad (10)$$



где  $n_i$  – численность организмов принадлежащих  $i$ - тому классу.

**Задание 1.** Постройте гистограммы возрастного состава популяции в абсолютных и относительных значениях параметров, используя данные таблицы 3.5. Обозначьте для абсолютных значений по оси  $y$  – номера классов, по оси  $x$  – численности организмов данных классов; для относительных значений – по оси  $y$  – возрастные интервалы классов по оси  $x$  – расчетные частоты этих классов.

**Задание 2.** На основе полученных гистограмм определите тип пирамиды возрастов популяции.

Таблица 3.5 – Возрастной состав популяций различных видов деревьев

Вариант	Вид	Номер возрастного класса, $i$	Возрастной интервал, $\tau_0$ до $\tau_{\max}$	Число деревьев в данном классе, $n_i$
1	2	3	4	5
1	Секвойя	1	0-20	1000
		2	20-200	696
		3	200-400	197
		4	400-600	183
		5	600-800	105
		6	800-1000	65
		7	1000	17
2	Береза	1	0-5	1240
		2	5-20	705
		3	20-40	201
		4	40-60	193
		5	60-80	131
		6	80-100	82
		7	100-120	15
3	Граб	1	0-10	350
		2	10-35	682
		3	35-60	850
		4	60-85	538
		5	85-110	254
		6	110-145	54
		7	145-160	9
4	Каштан	1	0-15	670
		2	15-100	603
		3	100-200	502
		4	200-300	315
		5	300-400	134
		6	400-500	45
		7	500-700	8

Продолжение таблицы 3.5

1	2	3	4	5
5	Груша	1	0-15	1340
		2	15-50	760
		3	50-100	378
		4	100-150	135
		5	150-200	52
		6	200-250	12
		7	250-300	3
6	Кедр	1	0-30	430
		2	30-250	570
		3	250-500	695
		4	500-700	438
		5	700-900	136
		6	900-1100	9
		7	1100-1300	2
7	Яблоня	1	0-10	385
		2	10-30	338
		3	30-60	302
		4	60-90	260
		5	90-120	103
		6	120-150	34
		7	150-200	5
8	Плющ	1	0-15	1025
		2	15-70	604
		3	70-140	315
		4	140-210	201
		5	210-280	75
		6	280-350	4
		7	350-450	1
9	Сосна	1	0-15	784
		2	15-50	706
		3	50-150	530
		4	150-250	209
		5	250-350	45
		6	350-450	15
		7	450-500	3
10	Платан	1	0-20	1067
		2	20-200	789
		3	200-400	493
		4	400-600	206
		5	600-800	38
		6	800-1000	6
		7	1000-1300	1

Продолжение таблицы 3.5

1	2	3	4	5
11	Вишня	1	0-5	360
		2	5-50	301
		3	50-100	156
		4	100-150	54
		5	150-200	21
		6	200-300	5
		7	300-400	1
12	Липа	1	0-15	980
		2	15-100	408
		3	100-300	106
		4	300-500	23
		5	500-700	5
		6	700-1500	3
		7	1500-1900	1
13	Бук	1	0-20	238
		2	20-150	451
		3	150-300	705
		4	300-450	230
		5	450-600	45
		6	600-750	7
		7	750-900	2
14	Ива козья	1	0-5	980
		2	5-30	540
		3	30-60	380
		4	60-90	212
		5	90-120	56
		6	120-135	18
		7	135-150	3
15	Тисс	1	0-20	385
		2	20-200	438
		3	200-400	580
		4	400-800	230
		5	800-1200	45
		6	1200-1400	3
		7	1400-1800	1
16	Грецкий орех	1	0-10	369
		2	10-50	305
		3	50-110	240
		4	110-180	136
		5	180-250	54
		6	250-350	8
		7	350-400	2

## Демографические таблицы и кривые выживания

Принцип построения таблиц выживания был введен специалистами по демографии человека, а затем перенесен на изучение популяций животных Пёрлом.

В демографической таблице отражены статистические данные, характеризующие изменения численности популяции на основе сведений о *рождаемости*, *смертности* и производных от них показателей *выживаемости*, *функции выживания*, *коэффициент размножения за одно поколение*, *время генерации* и *коэффициент биотического потенциала популяции*, существующей в стационарных условиях окружающей среды.

На основе демографической таблицы строят графики функции выживания. Выделяют три типа *кривых выживания*: I тип – характерен для видов, у которых высокая смертность приходится на последние годы жизни; II тип – график функции выживания оказывается близким к прямой линии, что свойственно популяциям с постоянной смертностью на протяжении всей жизни; III тип – отличает высокая семенная продуктивность и высокая смертность на первых стадиях жизненного цикла.

Для составления демографической таблицы пользуются статистическими данными для гипотетической популяции из пяти возрастных групп и произведем расчеты по следующим формулам:

*показатель рождаемости:*

$$b = f \cdot g \cdot h \cdot v, \quad (11)$$

где  $b$  – рождаемость;

$f$  – среднее число эмбрионов на одну самку за одну беременность;

$g$  – доля размножающихся самок среди всех самок;

$h$  – доля самок в общей численности популяции;

$v$  – число пометов на одну самку за год;

*коэффициент удельной выживаемости:*

$$s_i = 1 - d_i, \quad (12)$$

где  $s_i$  – коэффициент выживаемости;

$d_i$  – показатель смертности;

*функция выживания:*

$$l_i = l_{i-1} \cdot s_i, \quad (13)$$

где  $s_i$  – коэффициент выживаемости;

*коэффициент размножения за одно поколение:*

$$R_0 = \sum_{i=1}^m b_i \cdot l_i, \quad (14)$$

где  $R_0$  – коэффициент размножения за одно поколение;

$b_i$  – рождаемость;

$l_i$  – функция выживания;

время генерации популяции:

$$T_c = \frac{\sum_{i=1}^m i \cdot b_i \cdot l_i}{R_0}, \quad (15)$$

где  $T_c$  – время генерации популяции;

$i$  – номер возрастного класса;

$b_i$  – рождаемость;

$l_i$  – функция выживания;

удельная скорость изменения популяции:

$$r = \frac{\ln R_0}{T_c}, \quad (16)$$

где  $r$  – удельная скорость изменения популяции;

$R_0$  – коэффициент размножения за одно поколение;

$T_c$  – время генерации популяции.

**Задание 1.** Изучить методы составления демографических таблиц и построения кривых выживания.

Используя данные таблицы 3.6, произведите расчеты и составьте демографическую таблицу 3.7 для гипотетической популяции.

Таблица 3.6 – Варианты заданий для составления демографической таблицы

Вариант	$f$	$g$	$h$	$\nu$	$d$				
					1 класс	2 класс	3 класс	4 класс	5 класс
1	4,30	0,88	0,50	1,0	0,67	0,34	0,64	0,26	1,0
2	4,90	0,72	0,57	0,93	0,23	0,37	0,45	0,76	1,0
3	4,20	0,84	0,55	1,03	0,35	0,41	0,59	0,78	1,0
4	4,55	0,95	0,48	0,97	0,61	0,36	0,48	0,81	1,0
5	4,70	0,66	0,54	1,07	0,26	0,39	0,52	0,92	1,0
6	4,35	0,81	0,49	1,02	0,37	0,42	0,61	0,87	1,0
7	4,80	0,75	0,58	0,98	0,71	0,32	0,25	0,74	1,0
8	4,45	0,93	0,52	1,05	0,55	0,33	0,33	0,67	1,0
9	4,25	0,78	0,47	0,96	0,62	0,31	0,54	0,30	1,0
10	4,85	0,90	0,53	1,01	0,25	0,46	0,50	0,61	1,0
11	4,65	0,83	0,45	0,94	0,40	0,38	0,43	0,51	1,0
12	4,40	0,98	0,40	0,99	0,72	0,30	0,39	0,48	1,0
13	4,75	0,87	0,43	0,95	0,45	0,49	0,56	0,61	1,0
14	4,60	0,69	0,41	1,06	0,85	0,25	0,28	0,56	1,0
15	4,50	0,77	0,44	1,04	0,33	0,35	0,39	0,68	1,0
16	4,73	0,63	0,54	1,07	0,26	0,33	0,52	0,98	1,0
17	4,38	0,87	0,49	1,02	0,37	0,47	0,61	0,83	1,0
18	4,82	0,73	0,58	0,98	0,71	0,33	0,25	0,71	1,0

**Задание 2.** По таблице 3.7 начертите график функции выживания ( $l_i$ ), обозначив по оси  $y$  – функцию выживания; по оси  $x$  – номер возрастного класса, и определите тип кривой выживания популяции.

*Примечание:* функцию выживания  $l_i$  для первого возрастного класса считать равной единице.

Таблица 3.7 – Демографическая таблица популяции

Номер возрастного класса, $i$	Границы возрастного класса $\tau_{i-1} - \tau_i$ , годы	Рождаемость $b_i$ , год <sup>-1</sup>	Смертность $d_i$ , год <sup>-1</sup>	Выживаемость $s_i$ , год <sup>-1</sup>	Функция выживания, $l_i$
1	0 – 1				1,00
2	1 – 2				
3	2 – 3				
4	3 – 4				
5	4 – 5				

$R_0 =$

$T_c =$

$r =$

### Расчеты популяционных показателей

#### (самостоятельная работа, ситуационные задачи)

**Задание 1.** Изучение биотического потенциала популяции животных.

Ответьте на вопросы, используя особенности биологии бабочки березовой пяденицы. В одной кладке березовой пяденицы насчитывается 250 яиц. Половина из вылупляющихся особей – самки. В год каждая самка делает по 2 яйцекладки. Сколько бабочек будет через 7 лет при условии, что сохраняются все особи? Рассчитайте массу бабочек, появившихся за 7 лет, если масса одной особи – 0,1 г. Какова была бы численность бабочек через 7 лет, если бы выживало 2 % особей из числа отложенных яиц?

**Задание 2.** Большое Чистое озеро в Калифорнии служило местом отдыха, в частности рыбной ловли. В 1940-е гг. нарушение естественной экосистемы из-за эвтрофикации (обогащение питательными веществами) привело к увеличению численности популяций комаров до 20000 особей.

В 1949, 1954 и 1957 гг. по водному зеркалу озера и на прилегающей территории были распылены инсектициды из группы хлорорганических соединений. В результате первой и второй обработок (1949, 1954 гг. ) было уничтожено 99 % насекомых, но численность популяции быстро восстановилась. Третья обработка (в 1957 г. ) практически не повлияла на численность комаров, погибло 5 %.

При исследовании тканей небольших рыб, выловленных в озере, установлено, что содержание инсектицида в мышцах составляет 1-200 весовых единиц на 1 млн. весовых единиц биомассы рыб (ед. /млн. ), в жировой ткани – 40-2500.

Популяция западных поганок (около 1000 особей), кормившаяся рыбой, полностью погибла. Содержание хлорорганических соединений в их жировых тканях составило 1600 ед. /млн.

1. Объясните, почему не удалось уничтожить всех комаров после первой и второй обработок? Почему в результате третьей обработки погибло только 5 % комаров?

2. Рассчитайте, за сколько лет восстановится численность популяции комаров, если известно, что одна самка в течение жизни откладывает 200 яиц, в теплый сезон сменяется 3 генерации, дорепродуктивная смертность составляет 90 %.

3. Основываясь на информации, изложенной в задании, объясните почему многие животные погибают от отравления ядохимикатами в те периоды, когда им не хватает пищи?

**Задание 3.** Изучение дорепродуктивной смертности в популяции.

Дорепродуктивная смертность – отношение количества особей, погибших до наступления репродуктивного возраста, к общему числу зигот, выраженное в процентах.

Используя условие, выполните задание и ответьте на вопросы. Осенью каждая самка нерки (рыба из семейства лососевых) откладывает 3200 икринок на мелководьях. Следующей весной 640 мальков, выведшихся из отложенной икры, выходят в озеро вблизи отмели. Уцелевшие 64 серебрянки (мальки постарше) живут в озере один год, а затем мигрируют в море. Две взрослые рыбы (выжившие из числа серебрянок) возвращаются к местам нереста спустя 2,5 года. Они нерестятся и погибают.

Подсчитайте смертность для нерки в каждом из следующих периодов:

а) от откладки икры до переселения мальков в озеро спустя шесть месяцев;

б) за 12 месяцев жизни в озере;

в) за 30 месяцев от выхода из озера до возвращения к местам нереста.

Нарисуйте кривую выживания нерки в водной системе, характеризующую зависимость процента выживших особей (по оси ординат) от возраста (по оси абсцисс).

Какова величина дорепродуктивной смертности среди этого вида лососевых?

**Вопросы для контроля знаний по разделу 3:**

1. Дайте определение популяции и ареала.

2. Представьте классификацию, свойства и структуру популяций.

3. Объясните, чем обусловлены различия между популяциями одного вида, обитающими в разных частях обширного ареала.

4. Назовите причины, способствующие формированию экологической изоляции между популяциями одного вида.

5. Чем обусловлена динамика популяций?

6. Объясните двойственный характер популяционных систем:

а) эволюционная и функциональная сущность популяции;

б) биологическая противоречивость функций популяции (модель Лотки–Вольтерры; закон эмерджентности).

7. Экологические стратегии популяций (понятие и примеры).

## РАЗДЕЛ 4. ЭКОЛОГИЯ СООБЩЕСТВ

### Тема 4.1. Видовая структура биоценоза. Межвидовые взаимоотношения в биоценозе

*Биоценоз (сообщество)* – организованная группа популяций растений, животных и микроорганизмов, приспособленных к совместному обитанию в пространстве, занятом экосистемой.

Пространственные масштабы биоценологических группировок организмов чрезвычайно различны – от сообщества на стволе гниющего дерева до биоценоза географического ландшафта. Любой биоценоз занимает определенный участок абиотической среды – биотоп. *Биотоп* – это пространство с более или менее однородными условиями, заселенное сообществом организмов. Каждый биотоп характеризуется экологической емкостью, что определяет его видовую и экземплярную насыщенность, т. е. степень сложности структуры.

*Структура биоценоза* формируется на основе межвидовых связей. Биоценозы разных экосистем могут сильно различаться как по общей видовой насыщенности, так и по числу видов в отдельных группировках. На суше к наиболее бедным по числу видов относятся биоценозы арктических и антарктических пустынь, некоторых типов тундр и аридных регионов. Число видов животных и растений в этих биоценозах редко превосходит десяток. На другом конце шкалы видового богатства находятся наземные и водные экосистемы тропического пояса, где общее число видов достигает нескольких десятков тысяч.

Определение видового богатства, а тем более количественного состава биоценоза, чрезвычайно трудоемка работа, требующая участия широкого круга специалистов, больших затрат времени и средств. Поэтому чаще всего ограничиваются определением видового богатства отдельных групп видов, выделяемых по тем или иным признакам. Например, можно определять число видов цветковых растений, насекомых, млекопитающих, т. е. организмов принадлежащих одной таксономической группе, используя метод выборки.

Для количественной характеристики видового богатства биоценоза используют *индекс видового разнообразия*. Экологами предложено много вариантов математических формул индексов видового разнообразия, которые отражают специфику используемых методических подходов для всего спектра изучаемых экосистем. Самой простой и наиболее распространенной мерой для выражения видового богатства может служить информационный индекс Шеннона-Винера, который отражает зависимость между равномерностью распределения и разнообразием. Наличие положительной корреляции между разнообразием и равномерностью распределения относительных значимостей для видов, составляющих биоценоз, широко используется для сравнительного анализа видовой структуры сообществ.



Для оценки роли отдельного вида в видовой структуре биоценозов используют показатель *обилие вида* – число особей на единицу площади или объема занимаемого пространства. Виды, преобладающие по численности, являются *доминантными* и господствуют в исследуемом сообществе. Те виды, которые своей жизнедеятельностью в наибольшей степени создают среду и определяют существование других организмов называются *эдификаторами*.

Для количественной оценки соотношения видов в биоценозах пользуются формулой индекса разнообразия Шеннона-Винера:

$$H = -\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i, \quad (17)$$

где  $s$  – количество видов в описании;

$p_i$  – относительная значимость (как десятичная часть) для данного вида.

Относительная значимость вида в биоценозе определяется по формуле:

$$p_i = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^s n_i}, \quad (18)$$

где  $s$  – количество видов в описании;

$n_i$  – число особей данного вида.

Показатель сходства видового состава, исследуемых биоценозов, будем определять по формуле Серенсена:

$$S = \frac{2C}{(A + B)}, \quad (19)$$

где  $A$  – число видов в первом биоценозе;

$B$  – число видов во втором биоценозе;

$C$  – число общих видов для обоих биоценозов.

**Задание 1.** Исследовать в сравнительном аспекте видовую структуру сообщества мышевидных грызунов, принадлежащих экосистемам с различной степенью воздействия антропогенного фактора.

Используя данные учета мышевидных грызунов в степных экосистемах Центрально-Черноземной зоны, приведенные в таблице 4.2, рассчитайте индекс видового разнообразия и показатель видового сходства для биоценозов абсолютно заповедной территории и ежегодно косимой степи и заполните пустующие ячейки таблицы 4.1.

Таблица 4.1 – Сравнительная характеристика экосистем

Экосистема	Обилие ( $\sum n_i$ )	H	S
Абсолютно заповедная степь			
Ежегодно косимая степь			

Таблица 4.2 – Показатели обилия различных видов мелких млекопитающих

Вариант	Обилие ( $n_i$ ) экз. /100 лов. /суток										
	Абсолютно заповедная степь							Ежегодно косимая			
	Вид							Вид			
	M. a.	A. a.	A. s.	M. m.	C. g.	S. a.	S. m.	M. a.	M. m.	A. a.	S. a.
1	7,17	0,72	0,53	0,13	0,01	0,97	0,13	0,14	0,10	0,06	0,05
2	7,05	0,80	0,62	0,09	0,02	1,04	0,11	0,19	0,12	0,08	0,06
3	7,28	0,86	0,46	0,18	0,01	0,89	0,10	0,10	0,11	0,07	0,06
4	7,10	0,90	0,40	0,06	0,03	0,92	0,14	0,16	0,08	0,10	0,05
5	7,26	0,75	0,49	0,12	0,02	0,85	0,12	0,18	0,13	0,06	0,07
6	7,14	0,69	0,57	0,16	0,01	1,00	0,08	0,15	0,09	0,09	0,06
7	7,01	0,66	0,61	0,21	0,03	1,13	0,14	0,13	0,11	0,10	0,07
8	7,20	0,87	0,65	0,10	0,02	1,05	0,09	0,11	0,10	0,09	0,05
9	7,25	0,76	0,36	0,17	0,01	0,98	0,10	0,17	0,12	0,10	0,06
10	7,12	0,95	0,50	0,11	0,02	1,08	0,12	0,12	0,11	0,08	0,06
11	7,09	0,82	0,48	0,20	0,04	1,11	0,08	0,20	0,09	0,08	0,07
12	7,13	0,92	0,56	0,14	0,02	0,90	0,13	0,13	0,10	0,09	0,05
13	7,22	0,67	0,59	0,19	0,03	0,86	0,10	0,17	0,13	0,07	0,06
14	7,08	0,78	0,64	0,15	0,01	0,94	0,11	0,19	0,11	0,08	0,06
15	7,02	0,73	0,43	0,08	0,01	1,14	0,08	0,15	0,10	0,10	0,07
16	7,06	0,68	0,41	0,07	0,02	0,93	0,14	0,18	0,13	0,08	0,06
17	7,15	0,85	0,58	0,16	0,03	0,87	0,09	0,16	0,09	0,07	0,07
18	7,24	0,91	0,38	0,12	0,04	1,10	0,11	0,11	0,12	0,08	0,05
19	7,30	0,77	0,63	0,10	0,01	1,02	0,10	0,10	0,13	0,09	0,06
20	7,11	0,70	0,39	0,15	0,02	0,99	0,08	0,20	0,09	0,10	0,06
21	7,21	0,81	0,52	0,08	0,02	0,95	0,14	0,14	0,08	0,08	0,03
22	7,29	0,89	0,45	0,14	0,03	1,01	0,09	0,15	0,11	0,07	0,07
23	7,18	0,74	0,54	0,17	0,01	1,09	0,12	0,13	0,10	0,08	0,05
24	7,23	0,71	0,60	0,11	0,02	0,88	0,10	0,12	0,08	0,10	0,07
25	7,16	0,84	0,42	0,13	0,03	0,96	0,13	0,18	0,11	0,09	0,06
26	7,03	0,79	0,37	0,07	0,01	1,12	0,11	0,15	0,10	0,08	0,04
27	7,19	0,93	0,51	0,10	0,03	0,91	0,10	0,16	0,12	0,10	0,07
28	7,04	0,88	0,44	0,15	0,02	1,07	0,09	0,17	0,11	0,09	0,05
29	7,07	0,83	0,47	0,12	0,02	1,03	0,10	0,13	0,09	0,07	0,06
30	7,27	0,94	0,55	0,14	0,02	1,06	0,11	0,16	0,13	0,08	0,04

*Примечание.* Названия видов в таблице обозначены начальными буквами латинского языка, соответствующими систематической номенклатуре: M. a. – Обыкновенная полевка (*Microtus arvalis*), A. a. – Полевая мышь (*Apodemus agrarius*), A. s. – Лесная мышь (*Apodemus sylvaticus*), M. m. – Домовая мышь (*Mus*

musculus), С. g. – Рыжая полевка (Clethrionomys glareolus), S. a. – Обыкновенная бурозубка (Sorex araneus), S. m. – Малая бурозубка (Sorex minutus).

### Межвидовые взаимоотношения в биоценозе. Аменсализм

Аменсализм – это тип взаимодействия между двумя видами биоценоза, когда один из видов, именуемый ингибитором, оказывает отрицательное воздействие на рост численности другого – аменсала, хотя сам не испытывает существенного влияния с его стороны. Односторонние отрицательные взаимодействия известны между всеми представителями органического мира и чаще всего проявляются в выделении в окружающую среду органических веществ: колинов, антибиотиков, фитонцидов и т. д.

Один из способов получения количественного описания отношения аменсализма между двумя видами заключается в использовании логистического уравнения динамики популяции. Анализ динамической системы модифицированных уравнений показал, что возможны два варианта развития событий: 1) оба вида сосуществуют, при снижении плотности популяции аменсала; 2) численность вида-аменсала равна нулю, т. е. происходит полное вытеснение его видом-ингибитором.

**Цель занятия.** Исследовать прогностическую модель роста двух гипотетических популяций, находящихся в отношении аменсализма.

**Методика выполнения.** Для выполнения поставленной задачи воспользуемся модифицированным логистическим уравнением динамики роста популяции. В дифференциальном виде аменсализм описывается системой уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dN_i}{dt} = r_i N_i \left( 1 - \frac{N_i}{K_i} \right) \\ \frac{dN_a}{dt} = r_a N_a \left( 1 - \frac{N_a}{K_a - \alpha N_i} \right) \end{cases} \quad (20)$$

где  $N_i$  – численность ингибитора;

$N_a$  – численность аменсала;

$r_i$  – коэффициент прироста популяции ингибитора;

$r_a$  – коэффициент прироста популяции аменсала;

$K_i$  – емкость среды для ингибитора;

$K_a$  – емкость среды для аменсала;

$\alpha$  – коэффициент ингибирования;

$t$  – время.

Анализ этой системы показывает, что с увеличением численности вида-ингибитора уменьшается емкость среды для вида-аменсала. В простейшем случае это выражается линейной зависимостью вида:

$$K_a(N_i) = K_a - \alpha N_i \quad (21)$$

Коэффициент  $\alpha$  показывает, на сколько уменьшается емкость среды для аменсала при увеличении плотности популяции ингибитора на единицу.

При этих предположениях для описания динамики двухвидовой системы с аменсализмом в аналитическом виде получаем уравнение:

$$\begin{cases} N_i = \frac{K_i}{1 + [(K_i - N_i^0) / N_i^0] \cdot e^{-r_i t}} \\ N_a = \frac{K_a - \alpha N_i}{1 + [(K_a - \alpha N_i - N_a^0) / N_a^0] \cdot e^{-r_a t}} \end{cases} \quad (22)$$

где  $N_i$  – численность популяции ингибитора в момент времени  $t$ ;  
 $N_a$  – численность популяции аменсала в момент времени  $t$ ;  
 $N_i^0$  – исходная численность популяции ингибитора;  
 $N_a^0$  – исходная численность популяции аменсала;  
 $K_i$  – емкость среды для максимальной плотности популяции ингибитора;  
 $K_a$  – емкость среды для максимальной плотности популяции аменсала;  
 $r_i$  – коэффициент прироста популяции ингибитора;  
 $r_a$  – коэффициент прироста популяции аменсала;  
 $\alpha$  – коэффициент ингибирования;  
 $t$  – время;  
 $e$  – основание натурального логарифма, равное 2,7183.

**Задание 1.** Используя логистические уравнения роста популяции для двухвидовой системы описывающей аменсализм, рассчитайте изменение численностей для обоих видов.

**Задание 2.** Заполнить пустующие ячейки таблицы 4.3.

Таблица 4.3 – Соотношение видов-антагонистов в биоценозе через определенные промежутки времени

Число особей ( $N$ )	Время ( $t$ )						
	0	2	4	6	8	10	12
Вид-ингибитор							
Вид-аменсал							

**Задание 3.** Постройте графики роста численностей популяций.

**Задание 4.** Рассчитайте, на какую величину уменьшится емкость среды для вида-аменсала. Для расчетов используйте данные таблиц 4.3 и 4.4.

Таблица 4.4 – Варианты заданий для расчетов

Вариант	Виды	$N^0$	$K$	$r$	$\alpha$
1	2	3	4	5	6
1.	Ингибитор	20	350	0,78	0,81
	Аменсал	15	530	0,86	
2.	Ингибитор	14	420	0,56	0,95
	Аменсал	24	470	0,55	
3.	Ингибитор	25	380	0,60	1,65
	Аменсал	24	625	0,55	
4.	Ингибитор	21	370	0,28	0,85
	Аменсал	14	540	0,27	
5.	Ингибитор	16	520	0,66	0,91
	Аменсал	22	570	0,70	
6.	Ингибитор	23	480	0,63	1,75
	Аменсал	22	725	0,56	
7.	Ингибитор	19	355	0,39	0,91
	Аменсал	17	535	0,38	
8.	Ингибитор	11	425	0,26	0,93
	Аменсал	20	475	0,25	
9.	Ингибитор	21	580	0,71	1,63
	Аменсал	18	825	0,65	
10.	Ингибитор	21	570	0,48	0,86
	Аменсал	14	740	0,67	
11.	Ингибитор	16	527	0,36	0,91
	Аменсал	22	565	0,39	
12.	Ингибитор	23	480	0,59	1,95
	Аменсал	22	725	0,56	
13.	Ингибитор	16	364	0,41	0,83
	Аменсал	13	532	0,46	
14.	Ингибитор	24	425	0,46	0,99
	Аменсал	34	475	0,45	
15.	Ингибитор	25	380	0,60	1,61
	Аменсал	24	625	0,55	
16.	Ингибитор	21	371	0,38	0,89
	Аменсал	14	548	0,57	
17.	Ингибитор	16	529	0,66	0,92
	Аменсал	22	573	0,70	
18.	Ингибитор	23	480	0,23	1,74
	Аменсал	22	725	0,26	
19.	Ингибитор	19	355	0,29	0,96
	Аменсал	17	735	0,28	

## Тема 4.2. Биотические факторы. Экологическая ниша

**Задание 1.** Изучение внутривидовой конкуренции за пищу.

Проанализировать результаты опыта, в котором в 10 сосудов с одинаковым объемом пищи (25 г пшеничной муки) поместили разное количество яиц бабочки Огневки сухофруктовой (*Ephestia caetella*), в дальнейшем провели подсчет сформировавшихся куколок (таблица 4.5).

Таблица 4.5 – Соотношение яиц и куколок Огневки сухофруктовой в различных вариантах опыта

Показатели	Варианты опыта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Яйца, экз.	10	20	50	100	200	400	800	1600	3200	5000
Куколки, экз.	8	15	37	74	137	279	477	392	380	321
Выход куколок, %										
Количество пищи на одну особь, г										

Выразить в процентах выход куколок из яиц в разных вариантах опыта. Пользуясь данными таблицы 4.5, рассчитать количество пищи, использованной личинками в процессе жизнедеятельности в разных вариантах опыта, и определить минимальное количество пищи, необходимое для формирования одной куколки. Рассчитанные показатели внести в пустые ячейки таблицы.

Построить график изменения количества пищи, приходящейся на одну особь, при увеличении плотности популяции. Сравнить с кривой изменения выхода куколок.

**Задание 2.** Изучение межвидовой конкуренции за ограниченные ресурсы.

Проанализировать таблицу 4.6, в которой представлена динамика численности жуков рода *Tribolium* двух видов *T. confusum* и *T. castaneum* при отсутствии и при наличии паразита *Adelina*. *Adelina* – внутриклеточный паразит, развивающийся преимущественно в клетках средней кишки жуков.

Таблица 4.6 – Количество жуков в присутствии и отсутствии паразита

Условие опыта и вид жуков	Количество жуков в разные периоды, дни												
	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600	660	720	900
Без паразита													
<i>T. confusum</i>	16	52	52	42	35	24	15	11	8	3	4	3	0
<i>T. castaneum</i>	80	76	70	8	88	92	120	142	210	172	120	64	122
С паразитом													
<i>T. confusum</i>	50	46	42	4	50	70	46	68	52	50	52	46	48
<i>T. castaneum</i>	42	120	104	52	8	4	3	3	5	3	2	8	3

Построить графики изменения численности жуков двух видов в культуре без паразита и в присутствии паразита. На оси абсцисс отложить период наблюдений в днях, на оси ординат – число жуков в культуре.

Какой из видов жуков рода *Tribolium* доминирует при совместном содержании в условии ограниченности ресурсов? Какие закономерности можно отметить в динамике численности конкурентоспособного вида при отсутствии и наличии паразитов? Чем это объясняется?

**Задание 3.** Динамика численности белки.

Таблица 4.7 – Величина заготовок маньчжурской белки (в условных единицах, экз. /га) и урожая кедр (в баллах) за 25 последовательных лет

Последовательность, лет	Величина заготовки	Урожай семян кедр	Последовательность, лет	Величина заготовки	Урожай семян кедр
1	1,3	5	14	28,5	1
2	31,6	4	15	0,6	1
3	3,7	0	16	21,9	2
4	27,4	3	17	21,7	3
5	25,4	2	18	40,6	2
6	1,7	0	19	26,1	3
7	2,7	3	20	61,5	0
8	36,6	1	21	10,4	1
9	0,6	0	22	18,8	5
10	6,3	5	23	144,4	3
11	94,8	1	24	33,2	0
12	20,7	2	25	17,4	3
13	67,9	4	-	-	-

Построить график динамики численности белки и гистограмму изменения урожайности кедровой сосны, используя данные таблицы 4.7. Совпадают ли кормовые годы с годами массового размножения белки? Каков средний период между сроками массового размножения белки? Можно ли, пользуясь этими показателями, планировать объем заготовки пушнины?

## **Особые экологические группы организмов (самостоятельная работа)**

**Материалы и оборудование:** определитель высших растений Рязанской области; гербарии: марьянник луговой, марьянник дубравный, росянка круглолистная; микропрепарат «гаустории повилики»; коллекция и иллюстрации паразитических и насекомоядных растений.

**Задание 1.** Изучение коллекции насекомоядных растений.

Рассмотреть коллекцию насекомоядных растений, записать их названия. Определить особенности привлечения и захвата жертвы у непентеса, росянки и мухоловки.

**Задание 2.** Изучение гербария росянки, составление её аутэкологического описания.

Рассмотреть гербарий росянки круглолистной. Пользуясь определителем растений Рязанской области, дать её аутэкологическое описание.

**Задание 3.** Изучение гербариев полупаразитов.

Рассмотреть гербарии марьянника лугового и марьянника дубравного. Определить их сходные черты и принадлежность к особой экологической группе растений.

**Задание 4.** Исследование анатомического строения паразитического растения повилики.

Рассмотреть гаустории повилики, определить и записать адаптации к паразитизму.

**Задание 5.** Изучение микропрепаратов грибов-паразитов.

Рассмотреть микропрепарат спорыньи, определить особенности строения.

**Задание 6.** Изучение анатомо-морфологических и физиологических адаптаций животных-паразитов.

Изучить микропрепараты трематод, цестод, нематод, ротовые органы комара, постельного клопа. Описать характерные анатомо-морфологические и физиологические адаптации животных в связи с паразитизмом.

**Вопросы для самоподготовки:**

1. Назвать виды насекомоядных растений и описать адаптации для ловли насекомых.

2. Объясните, в чем отличие растений полупаразитов и паразитов?

3. Какими анатомо-морфологическими особенностями обладают растения и животные паразиты?



## Экологическая ниша

Экологическая ниша это место вида в природе, включающее не только положение вида в пространстве, но и функциональную роль его в сообществе, его положение относительно абиотических условий существования. Образно говоря, ареал – это как бы «адрес» вида, а экологическая ниша это его «профессия», в той системе, к которой он принадлежит.

Экологическая ниша в биоценозе может быть занята или свободна. Свободная экологическая ниша означает, что в экосистеме слаба конкуренция за какой-то вид ресурса и есть недостаточно используемая сумма других условий для обитания некоего вида, входящего в аналогичные экосистемы, но отсутствующего в рассматриваемой.

Экологические ниши видов могут перекрываться. Возможны три варианта взаимного расположения ниш двух видов в пространстве экологических факторов: полная разделенность, частичное перекрывание, полное включение одной ниши в другую.

Разделенность ниш отражает факт существования видов, приспособленных к различным экологическим условиям. Полное включение одной ниши в другую приводит к конкурентному вытеснению одного вида другим. В случае частичного пересечения ниш возможно их совместное существование.

Для количественного измерения степени перекрывания ниш двух видов используют величины отношения интервалов толерантности в пространстве экологических факторов, составляющих экологическую нишу вида. В практике экологических исследований наличие таких пересечений можно судить по данным встречаемости видов в близких условиях существования.

Для вычисления коэффициента перекрывания ( $\mu$ ) частных ниш популяций двух видов по фактору влажности почвы используют следующую формулу:

$$\mu = \frac{\sum_{n=1}^{25} \varphi_A \cdot \varphi_B}{\left( \sum_{n=1}^{25} \varphi_A^2 \cdot \sum_{n=1}^{25} \varphi_B^2 \right)^{0,5}}, \quad (23)$$

где  $n$  – число особей в выборке;

$\omega$  – влажность почвы, %;

$\varphi_A$  и  $\varphi_B$  функции встречаемости популяций  $A$  и  $B$ .

**Задание 1.** Определить степень перекрывания экологических ниш гипотетических популяций двух видов по одному из факторов.

Используя данные таблицы 4.8, рассчитайте коэффициент перекрывания частных ниш популяций  $A$  и  $B$  по фактору влажности почвы

**Задание 2.** Постройте графики зависимости функций встречаемости  $\varphi_A$  и  $\varphi_B$  от показателя влажности почвы  $\omega$ .

Таблица 4.8 – Варианты для расчета коэффициента перекрытия частных ниш популяций

n	ω, %	Вариант															
		1		2		3		4		5		6		7		8	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Встречаемость (φ <sub>A</sub> , φ <sub>B</sub> ), %																	
1	7	0	2,4	0	1,4	0	0,4	0	0,4	0	0,4	0	2,4	0	2,4	0	4,7
2	8	1,4	6,0	0,4	6,0	0,4	0,8	0	0,8	0	0,8	0	6,0	0	6,0	0,6	7,8
3	9	1,4	10,5	0,6	8,0	0,6	2,0	0	3,2	0	3,2	0	10,5	0	10,5	0,9	10,5
4	10	1,4	12,0	1,4	9,0	1,4	3,0	0	3,9	0	3,9	0	12,0	0	12,0	1,3	11,3
5	11	2,0	12,0	2,0	10,0	2,0	4,0	0	4,3	0	4,3	0	12,0	0	12,0	1,4	11,5
6	12	2,5	12,0	2,5	12,0	2,5	6,0	0	6,2	0	6,2	0	12,0	0	12,0	2,3	12
7	13	2,9	12,0	2,9	12,0	2,9	9,0	1,3	9,0	0	9,0	2,9	12,0	0	12,6	2,7	10,6
8	14	3,1	10,5	3,1	10,0	3,1	9,0	2,1	9,0	0	11,4	3,1	10,5	3,1	10,5	3,1	9,6
9	15	3,3	7,5	3,3	7,5	3,8	10,5	3,2	10,5	3,2	10,5	3,3	7,5	3,3	7,5	3,3	7,5
10	16	3,4	5,5	3,4	5,5	5,9	11,6	3,9	11,6	3,9	11,6	3,4	5,5	4,5	5,5	4,5	5,5
11	17	3,6	4,2	3,6	4,2	6,6	11	4,6	11	4,3	11,0	3,6	4,2	4,9	4,2	4,9	4,2
12	18	3,8	3,0	3,8	4,0	8,9	9,6	5,4	9,6	5,4	9,6	3,8	3,0	5,0	3,0	5,0	3,0
13	19	4,0	1,8	4,0	3,0	10,8	8,5	6,9	8,5	7,9	8,5	4	1,8	5,1	1,8	5,1	1,8
14	20	4,3	0,6	4,3	3,0	11,6	4,5	7,8	4,5	9,8	4,6	4,3	0,6	5,3	0	5,3	0
15	21	5,1	0	5,1	3,0	8,3	3	9,3	3	10	3,0	5,1	0	6,1	0	6,1	0
16	22	7,3	0	7,3	1,0	7,3	2	12,9	2	12,9	2,0	9,7	0	8,9	0	8,0	0
17	23	9,6	0	10,6	0,4	5,1	1,3	12,3	1,3	12,3	0	11,6	0	11,6	0	9,6	0
18	24	9,8	0	10,6	0	4,9	1,2	9,5	1,2	9,5	0	11,3	0	11,3	0	10,6	0
19	25	8,4	0	8,4	0	3,5	1,0	7,0	0	7,0	0	11,2	0	11,2	0	8,2	0
20	26	7,0	0	7,0	0	3,2	0,8	5,5	0	5,5	0	7,0	0	7,0	0	6,3	0
21	27	5,6	0	5,6	0	2,4	0,4	3,5	0	3,5	0	5,6	0	5,6	0	4,7	0
22	28	4,2	0	4,2	0	1,9	0,4	1,9	0	1,9	0	4,2	0	3,2	0	2,2	0
23	29	3,1	0	3,1	0	1,2	0	1,2	0	1,2	0	3,1	0	2,1	0	2,1	0
24	30	2,0	0	2,0	0	0,9	0	0,9	0	0,9	0	2,0	0	1,0	0	1,0	0
25	31	0,8	0	0,8	0	0,8	0	0,8	0	0,8	0	0,8	0	0,8	0	0,8	0

**Вопросы для самостоятельного изучения**

1. Проблемы границ в экологии сообществ.
2. Соотношение дискретности и континуальности.
3. Ординация и классификация сообществ.
4. Специфика островных биоценозов.

#### **Вопросы для контроля знаний по разделу 4:**

1. Какие факторы относятся к биотическим?
2. Понятия биоценоза и биотопа. Системный подход в выделении сообществ.
3. Классификация взаимосвязей организмов по их биоценотической значимости.
4. Роль трофических, топических и форических отношений для совместно обитающих видов.
5. Видовая структура сообществ и способы ее измерения.
6. Понятие о консорциях.
7. Методы оценки роли вида в биоценозе.
8. Видовое разнообразие сообществ в экстремальных условиях (правило Тинемана).
9. Роль конкуренции, хищничества и мутуализма в формировании и функционировании сообществ.
10. Пространственная структура сообществ. Ярусность в фитоценозах. Синузии. Мозаичность и комплексность.
11. Структура сообществ и их устойчивость.
12. Концепция экологической ниши.

## **РАЗДЕЛ 5. ЭКОСИСТЕМЫ**

### **Тема 5.1. Оценка первичной продукции фитоценоза**

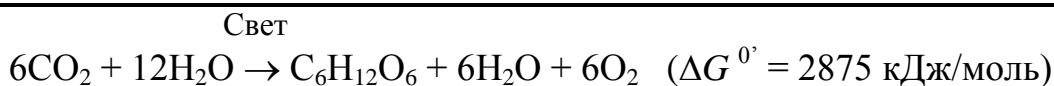
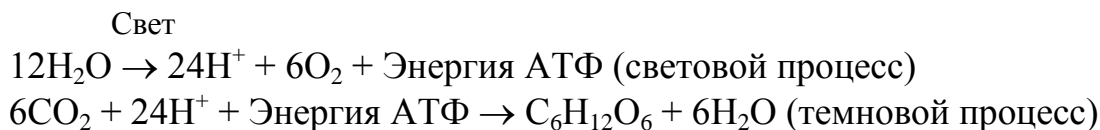
Одним из важнейших показателей автотрофного звена экосистем является *первичная продукция*, представляющая собой биомассу подземных и наземных органов, а также энергию и биогенные летучие вещества, произведенные автотрофной растительностью на единицу площади за единицу времени. *Первичной валовой продукцией* называют суммарную продукцию фотосинтеза, включающую также вещество, сжигаемое при дыхании за период наблюдения. *Чистая первичная продукция, или видимый фотосинтез*, - это скорость накопления создаваемого органического вещества сверх того, которое затрачено на дыхание.

Процесс фотосинтеза представляет собой преобразование энергии света в химическую энергию. Химическая энергия накапливается, прежде всего, в форме АТФ и водорода, связанного с коферментом (НАДФ – никотинамидадениндинуклеотидфосфат). У высших растений большая часть АТФ и водорода используется для синтеза углеводов из  $\text{CO}_2$ .

Преобразование энергии при фотосинтезе сопряжено с двумя процессами *световой* и *темновой* фазами.

•Световой процесс заключается в синтезе АТФ и НАДФ, которые используются в темновой фазе для синтеза углеводов. Восстановитель  $\text{H}^+$  (НАДФ· $\text{H}^+$ ) образуется при расщеплении воды за счет энергии света (фотолиз), при котором выделяется  $\text{O}_2$ . АТФ синтезируется при прохождении электронов по цепи транспорта электронов.

• В темновой фазе водород (НАДФ·Н<sup>+</sup>) и энергия (АТФ) используются для синтеза глюкозы.



На каждые 6 молей поглощенного CO<sub>2</sub> выделяется 6 молей O<sub>2</sub>. Коэффициент ассимиляции AQ – отношение O<sub>2</sub> /CO<sub>2</sub> при биосинтезе углеводов равен 1.

Для восстановления одной молекулы CO<sub>2</sub> необходимо около 9 квантов света, так что на 1 моль CO<sub>2</sub> должно приходиться 9 молей квантов. Так как один моль квантов красного света содержит 172 кДж, затрата энергии равна около 9·172 кДж на 1 моль CO<sub>2</sub>, т. е. 6·9·172 кДж, = 9288 кДж на 1 моль C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>. Согласно приведенному выше уравнению, из этого количества 2875 кДж связывается в форме химической энергии в глюкозе, остаток – потери энергии (около 70%).

**Цель занятия.** Определить ассимиляционный потенциал фитоценоза.

**Методика выполнения.**

1. Для определения количества энергии поглощенной растительностью воспользуемся формулой ослабления солнечной радиации в зависимости от площади листовой поверхности, предложенной японскими исследователями М. Монси и Т. Саеки:

$$Q = Q_0 \cdot e^{-k \cdot L} \quad (24)$$

где Q<sub>0</sub> – количество энергии поступающей в с в экосистему;

k – эмпирическая константа;

L – суммарная площадь листьев в расчете на единицу поверхности почвы;

e – основание натурального логарифма (2,7183).

2. Определим количество энергии поглощенной листовой поверхностью фитоценоза:

$$Q_p = Q_0 - Q \quad (25)$$

3. Используя общую формулу химической реакции фотосинтеза, определим, какая часть поглощенной энергии будет ассимилирована в виде химической энергии в глюкозе. Для этого составим пропорцию:

$$Q_g = \frac{Q_p \cdot 2875}{9288} \quad (26)$$

4. Для количественного определения произведенной первичной продукции в виде углеводов будем использовать следующую пропорцию:

$$P = \frac{1 \text{ моль } C_6H_{12}O_6 \cdot Q_g}{2875} \quad (27)$$

**Задание 1.** Используя данные таблицы 5.1, рассчитайте, какое количество первичной продукции будет произведено фитоценозом экосистемы за 12 часов; за 6 месяцев (продолжительность месяца – 30 суток; продолжительность светового дня – 10 часов).

**Задание 2.** Рассчитайте, какое количество кислорода будет произведено за те же временные периоды.

Таблица 5.1 – Характеристики различных видов экосистем

Вариант	Экосистема	$L$ ( $m^2/m^2$ )	$k$	$Q_0$ (кДж/ $m^2$ в час)
1	Солонцевато-солончаковая пустыня	0,1	0,2	6125
2	Белосаксаульник илаковый	0,4	0,2	6350
3	Субнивальная тундра	0,5	0,3	2105
4	Горная тундра	1,3	0,3	2240
5	Равнинная влажнолуговая тундра	2,0	0,3	2460
6	Сосняк брусничный	2,2	0,4	3125
7	Сосняк сфагновый	2,6	0,4	3270
8	Полувлажный тропический лес	3,2	0,4	6310
9	Березняк по ельнику	3,4	0,4	3025
10	Луговая степь	3,5	0,8	3650
11	Сосново-дубовый лес	3,8	0,4	3560
12	Эвкалиптовый лес	4,1	0,4	5430
13	Дубрава снытевая	4,8	0,4	3640
14	Лес из тюльпанового дерева	5,1	0,4	5370
15	Высокотравная прерия	5,5	0,8	4120
16	Буковый лес	5,7	0,4	3350
17	Широколиственный лес	6,0	0,4	3710
18	Дубо-ельник волосисто-осоковый	6,9	0,4	3540
19	Ельник чернично-кисличный	8,9	0,4	3230
20	Ельник долгомошный	10,8	0,4	3170
21	Хвойный лес из псевдотсуги	12,5	0,4	3420
22	Ельник	16,9	0,4	3360
23	Влажный тропический лес	22,0	0,4	6270
24	Сеяный луг (травосмесь)	24,0	0,8	3470
25	Галерейный тропический лес	25,3	0,4	6130

## Тема 5.2. Потоки вещества и энергии в экосистемах

**Задание 1.** На рисунке 3 представлены результаты изучения сезонной динамики биомассы продуцентов и консументов в озере. Изучив рисунок, выполните задание и ответьте на вопросы.

1. Используя данные, представленные на графике, постройте пирамиды биомассы по сезонам года.

2. Представьте соотношение численности на разных трофических уровнях по сезонам года в виде пирамиды чисел, учитывая, что биомасса одной особи фитопланктона в среднем составляет  $0,001 \text{ г/м}^3$ , зоопланктона –  $0,05 \text{ г/м}^3$ , плотвы –  $3 \text{ г/м}^3$ , щуки –  $25 \text{ г/м}^3$ .

3. Чем можно объяснить:

- 1) весеннее увеличение биомассы фитопланктона;
- 2) быстрое падение ее в летние месяцы;
- 3) увеличение осенью;
- 4) уменьшение зимой?

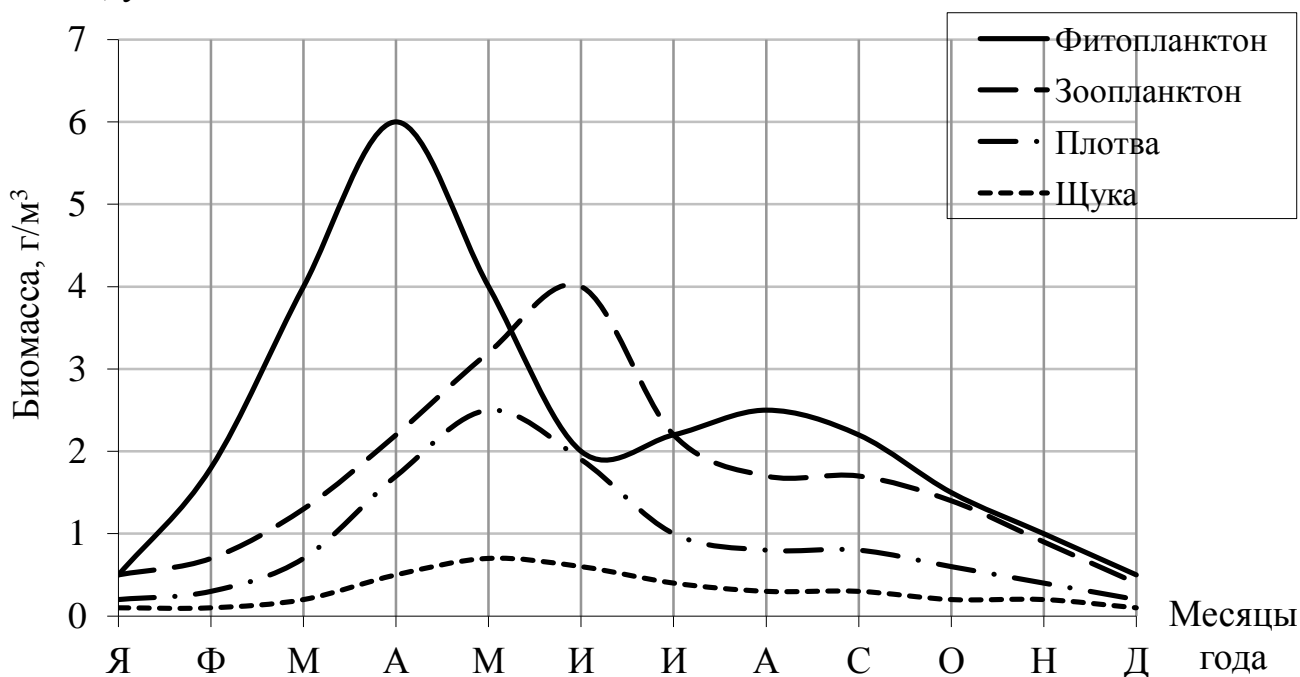


Рисунок 3 - Изменение биомассы продуцентов и консументов в озере в течение года.

**Задание 2.** Энергетика экосистем.

Изучите потоки энергии (кДж на  $1 \text{ м}^2$  в год) в луговой экосистеме, представленной на рисунке 4, и ответьте на вопросы.

1. Какова валовая первичная продукция злаков и разнотравья?
2. Какова эффективность фотосинтеза (т. е. преобразования поступающей солнечной энергии в общую продукцию)?
3. Чему равна чистая продукция птиц, питающихся семенами, паукообразных и саранчовых (по отдельности)?



Рисунок 4 – Поток энергии через небольшую часть луговой экосистемы (Н. Грин, У. Стаут, Д. Тейлор, 1990).

Примечание.  $1856 \cdot 10^6$  – часть солнечной энергии, которая отражается и переходит в тепловую.

1. Сколько энергии теряется при дыхании и выделении фекалий у полевых мышей?
2. Какие организмы из представленных на схеме являются продуцентами, первичными консументами и вторичными консументами? Какие организмы относятся к гетеротрофам?
3. Назовите возможные пути для потоков энергии.
4. Приведите примеры детритных трофических цепей, учитывая, что погибшие организмы и прижизненные выделения животных содержат достаточно большое количество энергии.
5. Используя значения чистой продукции на разных трофических уровнях, постройте пирамиду энергии.
6. Оцените эффективность преобразования валовой продукции в чистую у различных консументов (в %), входящих в луговую экосистему.

**Задание 3.** Биогеохимические циклы веществ.

Рассмотреть последовательность преобразования веществ на схемах круговорота азота, серы и фосфора в биосфере, пути поступления веществ в атмосферу и почву. Зарисовать схемы в тетради. Составить схемы биогеохимических циклов кислорода, углерода и воды.

**Задание 4.** Роль сапротрофов в биологическом круговороте веществ.

Изучите таблицу 5.2, рассчитайте, какую долю общей массы разлагающихся за год растительных остатков в экосистеме способны преобразовать многоножки кивсяки. Необходимо учитывать, что фитомасса луга составляет  $230 \text{ г/м}^2$ , запас подстилки –  $120 \text{ г/м}^2$ , в течение вегетационного периода успевает разложиться около  $110 \text{ г/м}^2$  опада. Продолжительность пищевой активности кивсяков составляет 4 месяца в году.

Таблица 5.2 – Численность и пищевая активность кивсяков

Весовая группа	Масса, мг	Число особей на $1 \text{ м}^2$	Суточный рацион, мг/особь	Усваиваемость пищи, %
I	До 25	17	3,0	84,6
II	26-50	34	3,2	81,2
III	51-75	34	2,8	84,6
IV	76-100	34	3,0	83,3
V	101-150	34	9,1	77,5
VI	151-200	5	9,1	77,5

**Задание 5.** Эффективность образования продукции различными видами птиц.

Изучив таблицу 5.3, выписать виды птиц, наиболее эффективно использующих энергию пищи на рост и увеличение численности.



Таблица 5.3 – Видовой состав и численность птиц на полях Рязанской области

Вид	Численность птиц (на 1 км маршрута)		
	степь	посевы с лесополосами	посевы без лесополос
Гнездящиеся			
Степной жаворонок	25,8	14,2	11,0
Полевой жаворонок	18,0	0,02	2,6
Малый жаворонок	3,1	4,7	3,2
Каменка-плясунья	0,6	–	0,01
Каменка-п्लешанка	0,3	–	–
Желтая трясогузка	–	0,05	–
Розовый скворец	–	0,03	–
Чибис	–	–	0,2
Перепел	–	0,17	–
Лунь полевой	–	0,08	0,2
Лунь степной	0,1	–	–
Степной орел	0,1	–	–
Не гнездящиеся, но иногда использующие биотоп для кормежки			
Славка серая	–	0,1	–
Городская ласточка	–	0,2	0,2
Деревенская ласточка	–	0,6	0,7
Береговая ласточка	–	–	0,2
Полевой воробей	–	0,05	–
Камышовая овсянка	–	0,03	0,05
Серая ворона	0,02	0,08	–
Сизоворонка	0,3	–	–
Грач	–	0,3	1,2
Сорока	–	0,2	0,01
Стриж	–	–	0,02
Щурка золотистая	0,4	0,04	–
Сизый голубь	–	0,8	–
Белогрудая крачка	–	–	0,2
Чеглок	–	0,02	–
Кобчик	0,4	0,01	–
Черный коршун	0,02	–	–
Обыкновенная пустельга	–	0,01	–

## ***Задания для самостоятельной работы***

### ***Решите задачи:***

1. В средних широтах приток солнечной энергии за год составляет примерно  $4 \cdot 10^{10}$  кДж/га. На одном гектаре луга за год вырастает 20000 кг трав. В каждом грамме производимых веществ содержится около 20 кДж. Сколько процентов падающей энергии Солнца использует луг?

2. Единственным источником энергии на небольшом острове является солнечный свет. Его суммарная годовая энергия составляет  $3 \cdot 10^8$  кДж. КПД фотосинтеза составляет 1 %. Сообщество включает четыре трофических уровня. Определите, какое количество паразитов (аскарид) может прокормиться у хищников данного сообщества, если масса одной аскариды составляет 10 г, а на 1 кг их массы приходится  $5 \cdot 10^4$  кДж энергии.

### ***Запишите в тетрадь ответы на вопросы:***

1. Продукционные и деструкционные блоки экосистем. Деятельность редуцентов и деструкторов.

2. Интенсивность биологического круговорота и устойчивость экосистем в связи с работой деструкционного блока.

3. Автохтонное и аллохтонное органическое вещество в экосистемах.

4. Потоки вещества в разных типах экосистем.

5. Распределение первичной продукции на Земле.

6. Отличия экзогенных смен и экологических сукцессий.

7. Масштабы сукцессионных процессов.

8. Вещественно-энергетические характеристики сообществ на разных стадиях сукцессии.

9. Видовое разнообразие и структура сообществ в сериальных и климаксовых экосистемах.

10. Проблема устойчивости и продуктивности экосистем в связи с антропогенным прессом.

### ***Вопросы для контроля знаний по разделу 5:***

1. Дайте определение понятия «экосистема». Приведите примеры экосистем. Сравните понятия «экосистема» и «биогеоценоз».

2. Какую роль играют продуценты, консументы и редуценты в биологическом круговороте вещества и энергии?

3. В чем причины потери энергии в экосистеме?

4. Пищевые цепи, трофические уровни. Отличия понятий «пищевая цепь» и «пищевая сеть». Пастбищная и детритная пищевые цепи.

5. Законы экологических пирамид.

6. Продукционные процессы в экосистемах. Понятие первичной, вторичной, валовой и чистой продукции.

7. Биомасса, факторы, лимитирующие продукцию на суше и в водоемах. Продуктивность разных биомов.

8. Динамика экосистем. Циклические и направленные изменения в экосистемах. Экологические сукцессии. Их причины и механизмы.

## РАЗДЕЛ 6. БИОСФЕРА – ГЛОБАЛЬНАЯ ЭКОСИСТЕМА

### Тема 6.1. Структура биосферы. Функции живого вещества

*Биосфера* – область существования и функционирования ныне живущих организмов, охватывающая нижнюю часть атмосферы (*аэроббиосфера*), всю гидросферу (*гидроббиосфера*), поверхность суши (*террабиосфера*) и верхние слои литосферы (*литоббиосфера*). Это активная оболочка Земли, в которой совместная деятельность живых организмов проявляется как геохимический фактор планетарного масштаба и служит основным средообразующим фактором. Биосфера – сложная динамическая система, осуществляющая улавливание, накопление и перенос энергии путем обмена веществ между живыми организмами и окружающей их абиотической средой. При этом поддерживается динамическое равновесие – *гомеостаз* между всеми составляющими. Функционально биосфера состоит из ряда структур – слоев биосферы или сфер (рисунок 5). Наиболее насыщенная жизнью сфера – *эубиосфера* – имеет толщину 12–17 км (от 2–3 до, максимум, 5–6 км вглубь литосферы, до 11 км в гидросфере, и до 6–7 км над поверхностью Земли в атмосфере). Помимо морфологических структур биосфера делится на подсистемы экосистем более низкого иерархического уровня (биоциклы, биохоры, индивидуальные ландшафты и т. д.), а в функциональном отношении характеризуется *большим кругом биотического обмена веществ*.

Термин «биосфера» введен австрийским геологом Э. Зюссом в 1875 году, хотя еще раньше, в 1802 году Ж. Б. Ламарк, не употребляя этого термина, говорил о планетарной роли жизни в формировании земной коры в прошлом и настоящем. Развернутое учение о биосфере как активной оболочке Земли, в которой совокупная деятельность живых организмов, в том числе человека, проявляется как глобальный геохимический фактор, создал академик В. И. Вернадский (1926).

**Задание 1.** В. И. Вернадский выделял в составе биосферы *живое, косное, биокосное и биогенное вещество*. Раскройте сущность этих понятий и приведите примеры. В чем фундаментальное отличие живого вещества от косного?

**Задание 2** (для самостоятельной работы). Масса живого вещества составляет около 2400 млрд. т, что соответствует всего лишь 1/2100 массы атмосферы Земли. Почему именно биосфера превращает Землю в уникальное по своим свойствам небесное тело?

**Задание 3.** Раскройте основные функции живого вещества (энергетическую, средообразующую, концентрационную, деструктивную, почвообразующую, формирование осадочных пород, транспортную). Приведите примеры организмов, для которых в наибольшей степени характерны те или другие функции.

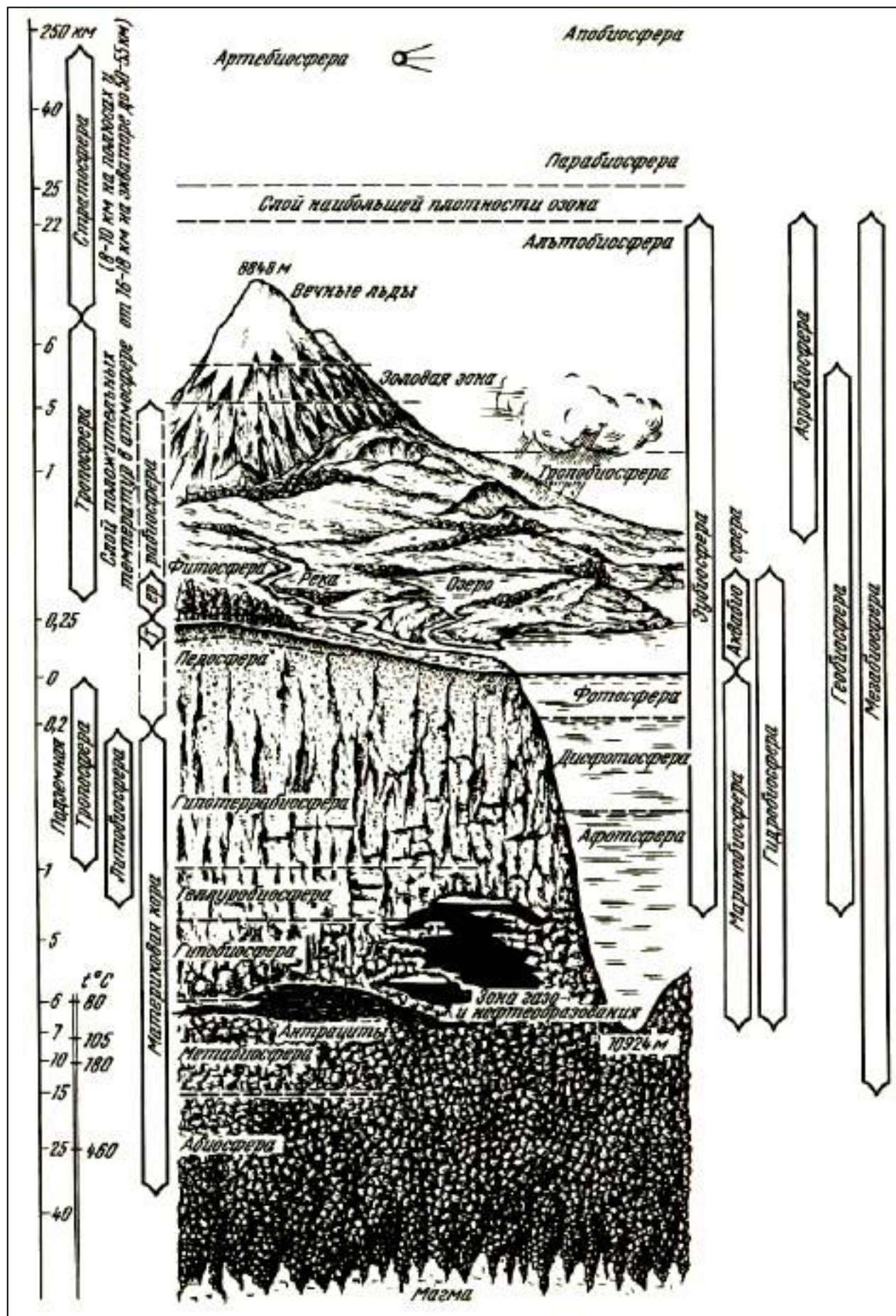


Рисунок 5 – Строение биосферы.

## Тема 6.2. Биогеохимические циклы веществ

Главное свойство жизни биосферного масштаба – высокая химическая активность живых организмов, их подвижность и способность к самовоспроизведению и эволюции. В поддержании жизни как планетарного явления важнейшее значение имеет разнообразие ее форм – биологическое разнообразие. Совместная деятельность различных живых организмов, относящихся к разным трофическим уровням, обеспечивает закономерный круговорот отдельных элементов и химических соединений в биоциклах биосферы.

**Задание 1.** Рассмотрите рисунок 6 и дайте описание главных процессов, в сумме составляющих круговорот углерода.

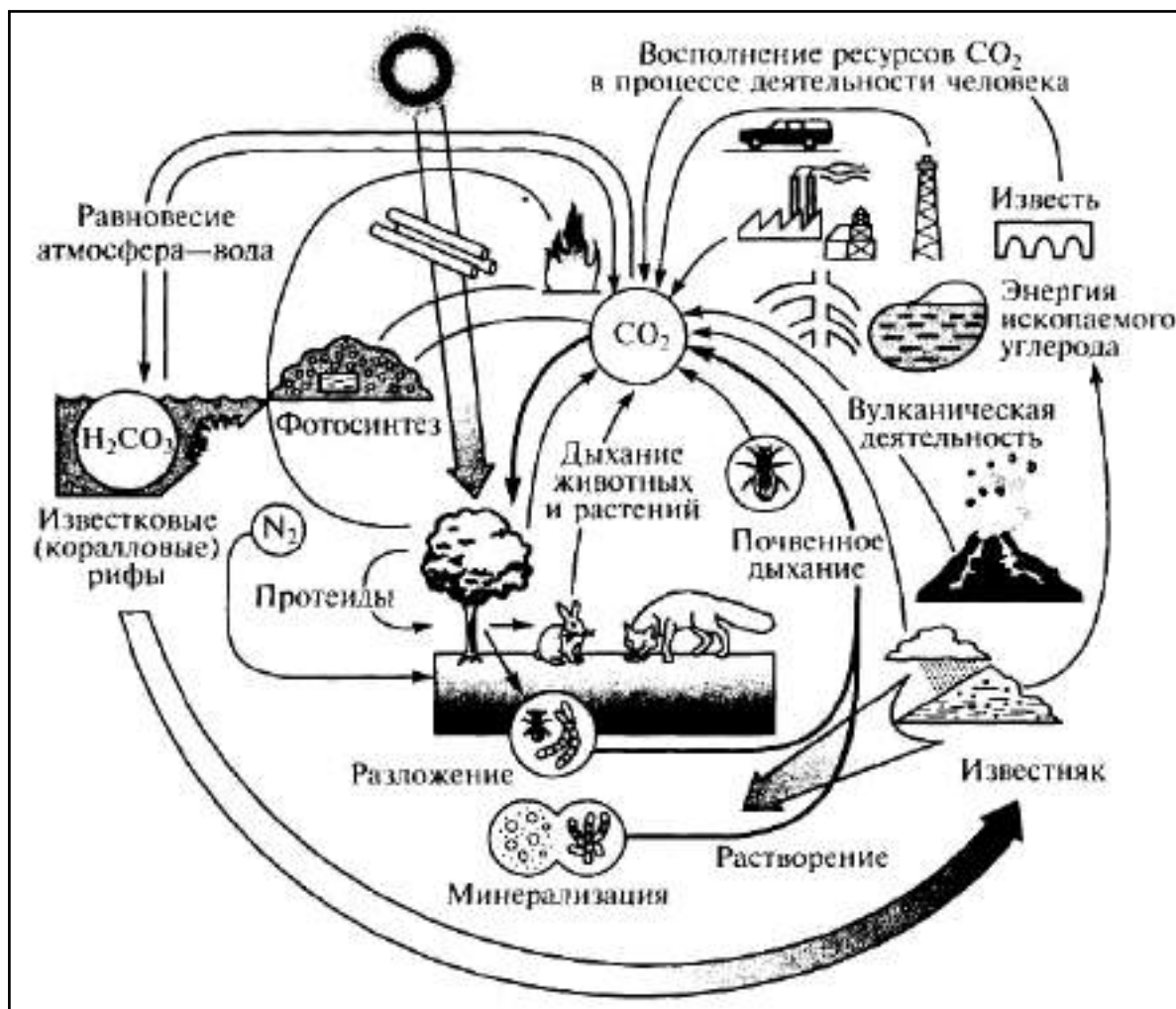


Рисунок 6 – Круговорот углерода.

**Задание 2.** Изучите схему на рисунке 7 и дайте характеристику важнейших процессов, обеспечивающих круговорот азота, – *азотфиксации, нитрификации, денитрификации*. Какие организмы участвуют в этих процессах?

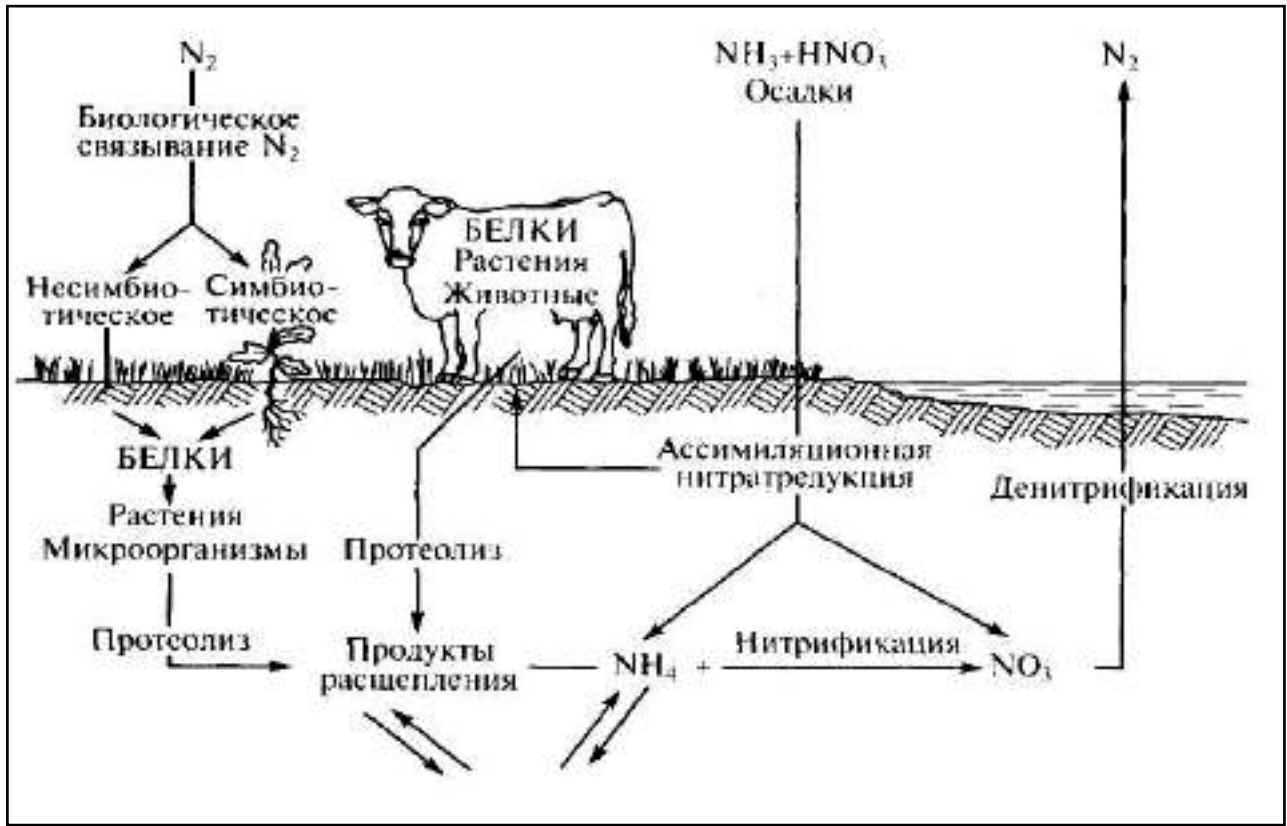


Рисунок 7 – Фрагмент круговорота азота.

**Задание 3.** Объясните, в чем главная причина увеличения содержания нитратов в сельскохозяйственной продукции?

**Задание 4.** Изучите схему на рисунках 8, 9 и дайте краткую характеристику основных процессов в круговороте серы и фосфора.



Рисунок 8 – Круговорот серы.



Рисунок 9 – Круговорот фосфора.

### Биосферные законы и закономерности эволюции биосферы. Учение В. И. Вернадского о ноосфере

Биосферу, как и любую другую систему, формируют не только и не столько внешние факторы, как внутренние закономерности. И они затем взаимодействуют с внешней средой. Наряду с экосистемными законами, сформулированы законы, описывающие свойства биосферы как образования планетарного масштаба.

Эволюцию биогеоценозов, или экосистем, называют также *экогенезом*, понимаемым как *совокупность процессов и закономерностей синэволюции – необратимого и в определенной мере направленного развития и смены биогеоценозов, слагаемых ими типов биогеоценотического покрова регионов Земли и биосферы в целом*. Их сущность проявляется в способности сообществ организмов преобразовывать среду своего обитания и на определенных этапах этих преобразований изменять свой состав, структуру и продуктивность в направлении большего их соответствия изменившимся условиям среды.

Э. И. Колчинский выделяет следующие тенденции в эволюции биосферы:

- 1) постепенное увеличение общей ее биомассы и продуктивности;
- 2) прогрессивное накопление аккумулированной солнечной энергии в поверхностных оболочках Земли;
- 3) увеличение информационной емкости биосферы, проявляющейся в возрастании разнообразия органических форм;
- 4) увеличение числа геохимических барьеров и возрастание дифференцированности физико-географической структуры биосферы;
- 5) усиление некоторых биогеохимических функций живого вещества и появление новых функций;
- 6) усиление преобразующего воздействия жизни на атмосферу, гидросферу и литосферу, увеличение роли живого вещества и продуктов его жизнедеятельности в геологических, геохимических и физико-географических процессах;
- 7) расширение сферы действия биологического круговорота и усложнение его структуры.

Очевидно, к этому перечню необходимо добавить и:

- 8) трансформирующее воздействие человеческой деятельности;

9) вероятная нисходящая ветвь эволюции биосферы – все эволюционирующие системы не бессмертны и имеют начало и конец своего существования. Если в эволюции живого вещества имеется непрерывный поток генетической информации, и в геноме человека есть гены от всего ряда предков, то в составе биосферы имеются различные виды разного геологического возраста – *экогеоэлементы*, или *биоэлементы*, экосистем. Происходит эволюционная замена этих биоэлементов, в региональных рамках иногда полная замена, с исчезновением предшественников.

***Вопросы для контроля знаний по разделу 6:***

1. Дайте определение биосферы соответственно научной концепции В. И. Вернадского.
2. Что такое живое вещество?
3. Назовите функции живого вещества.
4. Назовите основные компоненты биосферы.
5. В чем состоит планетарная уникальность Земли относительно других планет?
6. Какие макроэлементы образуют живое вещество Земли?
7. Назовите функциональные и структурные элементы экосистем.
8. Назовите подсистемы биосферного геологического круговорота вещества.
9. Где взаимодействуют большой и малые круговороты веществ?
10. Как В. И. Вернадский определил роль воды в биосфере?
11. Какова доля пресной воды в мировом запасе, какая ее часть доступна организмам?
12. Как человек влияет на круговорот воды?
13. Какую роль в круговороте углерода играет метан?
14. Почему круговорот кислорода является самым сложным?
15. Что нужно сделать для нормализации круговорота азота?
16. Нарисуйте схему круговорота углерода в биосфере.
17. Чем отличается круговорот фосфора от круговоротов углерода или азота?



### Список использованной литературы

1. Алексеев, В. А. 300 вопросов и ответов по экологии / В. А. Алексеев. – Ярославль: Академия развития, 1998. – 240 с.
2. Алексеев, С. В. Практикум по экологии: учебное пособие / С. В. Алексеев, Н. В. Груздева, А. Г. Муравьёва, Э. В. Гущина. – М.: АО МДС, 1996. – 192 с.
3. Бигон, М. Экология. Особи, популяції и сообщества / М. Бигон, Дж. Харпер, К. Таунсенд. – М. : Мир, 1989. – Т. 2. – 632 с.
4. Тейлор, Д. Биология: в 3-х т / Д. Тейлор, Н. Грин, У. Стаут. – М. : Мир, 2004. – Т. 2. – 436 с.
5. Тейлор, Д. Биология: в 3-х т / Д. Тейлор, Н. Грин, У. Стаут. – М. : Мир, 2004. – Т. 3. – 451 с.
6. Тимошин, А. К. Большой практикум по экологической анатомии покрытосеменных растений / А. К. Тимошин, А. А. Нотов. – Тверь: Изд-во Твер. гос. ун-та, 1993. – Ч. 1. – 106 с.
7. Чернова, Н. М. Лабораторный практикум по экологии: учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по биол. спец./ Н. М. Чернова – М. : Просвещение, 1986. – 96 с.
8. Чернова, Н. М. Общая экология: учебник для студентов пед. вузов / Н. М. Чернова, А. М. Былова. – М. : Дрофа, 2004. – 416 с.

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»  
(ФГБОУ ВО РГАТУ)**

**ФАКУЛЬТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОТЕХНОЛОГИИ**

**КАФЕДРА ЗООТЕХНИИ И БИОЛОГИИ**

## **ОХРАНА ПРИРОДЫ**

Методические указания к практическим занятиям и самостоятельным работам  
для обучающихся факультета ветеринарной медицины и биотехнологии  
по направлению подготовки 06.03.01 Биология



Рязань, 2019

Методические указания выполнены с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 07 августа 2014., приказ № 944.

Уливанова Г. В. Методические указания разработаны кандидатом биологических наук, доцентом Г. В. Уливановой и предназначено для выполнения практических заданий и самостоятельной работы по дисциплине «Охрана природы» обучающимися по направлению подготовки 06.03.01 Биология.

Рецензенты: кандидат биологических наук, доцент кафедры зоотехнии и биологии Глотова Г. Н.; кандидат биологических наук, доцент кафедры ВСЭ, хирургии, акушерства и ВБЖ Киселева Е. В.

Методические указания рассмотрены на заседании кафедры зоотехнии и биологии, протокол № 1 от 30 августа 2019 г.

Заведующий кафедрой зоотехнии и биологии



И. Ю. Быстрова

Методические указания одобрены учебно-методической комиссией по направлению подготовки «Биология», протокол № 1 от 30 августа 2019 г.

Председатель учебно-методической комиссии  
по направлению подготовки 06.03.01 Биология



О. А. Федосова

## СОДЕРЖАНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ	с
		4
1.	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	6
1.1.	Предмет и задачи охраны природы. Антропогенное загрязнение окружающей среды	7
1.2.	Анализ и прогноз загрязнения окружающей среды	10
1.3.	Последствия антропогенного загрязнения окружающей среды и меры по ее охране	25
1.4.	Методы и средства контроля загрязнений окружающей среды	34
2.	САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА	47
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	54
	ПРИЛОЖЕНИЯ	55

## ВВЕДЕНИЕ

**Цель изучения дисциплины** – формирование базовых представлений об основах охраны живой природы, навыков экологического анализа состояния природной среды и охраны природы, прогноза и оценки антропогенного влияния на компоненты природной среды и экосистему в целом.

**Задачами** изучения дисциплины являются:

- изучить теоретические основы формирования и развития охраны природы;
- рассмотреть правовое, нормативно-методическое обеспечение охраны природы;
- изучить и проанализировать типы виды и последствия антропогенного загрязнения окружающей среды, оценить вероятные последствия антропогенной деятельности;
- изучить виды и методы экоаналитического контроля загрязнений окружающей среды.

**Профессиональные задачи: организационная и управленческая деятельность:**

- участие в планировании и проведении мероприятий по охране природы, оценке и восстановлении биоресурсов, управлении природопользованием и его оптимизации;
- участие в организации полевых и лабораторных работ, семинаров, конференций;
- участие в составлении сметной и отчетной документации;
- обеспечение техники безопасности .

**Область профессиональной деятельности:** исследование живой природы и ее закономерностей, использование биологических систем в хозяйственных и медицинских целях, охрана природы.

**Объекты профессиональной деятельности:** биологические системы различных уровней организации; процессы их жизнедеятельности и эволюции; биологические, биоинженерные, биомедицинские, природоохранные технологии, биологическая экспертиза и мониторинг, оценка и восстановление территориальных биоресурсов и природной среды.

**Виды профессиональной деятельности,** к которым готовятся выпускники, освоившие программу бакалавриата:

- научно-исследовательская;
- организационно-управленческая;
- информационно-биологическая.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

Компетенции		Знать	Уметь	Иметь навыки
индекс	формулировка			
ОК-4	способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности	правовые основы охраны природы	использовать основы правовых знаний в области охраны природы и природопользования	практического применения современных подходов и методов анализа экологической обстановки и экологического прогноза последствий антропогенной деятельности с учетом

				действующего законодательства в области охраны природы и природопользования
ОПК-10	способностью применять базовые представления об основах общей, системной и прикладной экологии, принципы оптимального природопользования и охраны природы, мониторинга, оценки состояния природной среды и охраны живой природы	базовые представления об основах оптимального природопользования и охраны природы,	применять знания основ оптимального природопользования и охраны природы,	применения принципов оптимального природопользования и охраны природы, мониторинга, оценки состояния природной среды и охраны живой природы
ОПК-13	готовностью использовать правовые нормы исследовательских работ и авторского права, а также законодательства РФ в области охраны природы и природопользования	правовые и нормативные основы в области охраны природы и природопользования	правильно и эффективно применять методы охраны природных ресурсов учетом действующего законодательства в области охраны природы и природопользования	практического применения современных подходов и методов анализа экологической обстановки и экологического прогноза последствий антропогенной деятельности с учетом действующего законодательства в области охраны природы и природопользования
ПК-6	способностью применять на практике методы управления в сфере биологических и биомедицинских производств, мониторинга и охраны природной среды, природопользования, восстановления и	основные свойства, виды и формы охраны окружающей среды. Виды антропогенного воздействия на окружающую среду. Последствия антропогенного загрязнения	прогнозировать и оценивать антропогенное влияние на экосистему; планировать с точки зрения охраны природы различные производственные мероприятия; планировать и	практического применения современных подходов и методов анализа экологической обстановки и экологического прогноза последствий антропогенной деятельности

	охраны биоресурсов	окружающей среды и меры по ее охране. Методы и средства контроля загрязнений окружающей среды	осуществлять мероприятия по повышению устойчивости экосистем	
--	--------------------	--	--	--

## 1. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

### 1.1. Предмет и задачи охраны природы. Антропогенное загрязнение окружающей среды

#### 1.1.1. Занятие 1. Теоретические основы охраны природы. Современное состояние охраны природы. Перспективы развития

Оценка состояния окружающей среды, разработка научных основ ее защиты и охраны окружающей среды привели к возникновению новой науки – науки об окружающей среде – энвайроментологии или средологии.

Термин «*энвайроментология*» происходит от англ. *environmental*. *Энвайроментология* – комплексная наука об окружающей человека среде, главным образом природной, ее качестве и охране. В русскоязычной литературе чаще говорят не об энвайроментологии, а об охране природы или об охране окружающей среды. Однако, под охраной природы в России понимается охрана живой природы (охрана растительности и животного мира) имеет смысл введения запретов и организации особо охраняемых природных территорий (заповедников, национальных парков, заказников и др.). Под *охраной окружающей среды* понимается комплекс международных, государственных, региональных, административно-хозяйственных, политических, юридических, общественных мероприятий, направленных на обеспечение экономического, культурно-исторического, физического, химического и биологического комфорта, необходимого для сохранения здоровья человека. Когда говорят об охране окружающей среды, прежде всего, имеют в виду организационно-правовые и технические мероприятия (рисунок 1).

Объектом исследования энвайроментологии является система «Человек – окружающая среда». Предметом исследования энвайроментологии являются закономерности оптимизации в системе «Человек – окружающая среда».

Научной основой охраны окружающей среды является учение об окружающей среде – энвайроментализм. Под энвайроментализмом Н. Ф. Реймерс понимает теорию управления средой жизни и социально-экономическим развитием, исходя из представлений о человечестве как части биосферы. Отличается от консерватизма пониманием необходимости и неизбежности преобразования природы в интересах человека.



Рисунок 1 – Соотношение объемов понятий: охрана природы, охрана среды жизни, энвайроментология, охрана природы, охрана окружающей человека среды, охрана природной среды, окружающей человека, энвайроменталистика (Реймерс Н. Ф., 1994).

Наука об окружающей среде является дальнейшим развитием экологии и биогеоценологии и выросла на основе этих наук. Она полностью использует принципы классической экологии и биогеоценологии, но идет при этом гораздо дальше. *Экология* –



наука о взаимоотношениях живых организмов между собой и окружающей их средой. Экология как наука сформировалась в 1866 г. благодаря трудам немецкого зоолога Эрнста Геккеля.

*Биогеоценология* – наука, занимающаяся исследованием закономерностей формирования, функционирования и развития биогеоценозов. Сформировалась благодаря трудам советского биолога В. Н. Сукачева.

### *Экологическая ситуация на территории России*

Экологическая ситуация в России характеризуется различной степенью напряженности. Ее комплексная характеристика представляется в ежегодном Государственном докладе «О состоянии окружающей природной среды Российской Федерации».



Рисунок 2 – Регионы России по степени благоприятности природных условий для жизнедеятельности населения (Экология России, 2012 г.).

#### Задание 1:

1. Изучите степень благоприятности природных условий РФ для жизнедеятельности населения.
2. В контурных картах отметьте регионы с наиболее и наименее благоприятными природными условиями.
3. Сделайте заключение о причинах подобной ситуации.

#### Задание 2:

Изучите данные Государственного доклада «О состоянии окружающей природной среды Российской Федерации» за последние годы (сайт МПР России, режим доступа – <http://www.mnr.gov.ru/regulatory/list.php?part=1101>). Ответьте на вопросы.

1. Какова структура данного документа? Какие вопросы он освещает?
2. Отметьте регионы, отличающиеся наиболее неблагоприятной экологической обстановкой. Указать вероятные причины такой ситуации.
3. Есть ли среди этих регионов регион вашего проживания?

### 1.1.2. Занятие 2. Загрязнения окружающей среды. Виды и типы загрязнений. Нормативы качества окружающей среды

*Загрязнение* – это нежелательное изменение физических, химических или биологических характеристик воздуха, земли, воды, которое может сейчас или в будущем оказывать неблагоприятное влияние на жизнь самого человека, растений или животных, на разного рода производственные процессы, условия жизни и культурное достояние, истощать или портить сырьевые ресурсы. Во всем мире используется множество различных, химических соединений. Классификация загрязнений сложна. Широко известно выделение загрязнений по типам сред (загрязнение атмосферы, гидросферы, почвы), по загрязняющим веществам (как тяжелые металлы, диоксины, радиоактивные вещества, нитритный и нитратный азот, кислоты). С экосистемных позиций выделяют два вида загрязнений – стойкие и нестойкие. Последние, в отличие от первых, легко разрушаются биологическими процессами. Стратегия обращения с разными видами загрязнений различна и в большой степени зависит от их особенностей. Цена любого вида загрязнений включает три составляющие: 1) потери ресурсов в результате их эксплуатации с большим количеством отходов; 2) стоимость ликвидации загрязнений и контроля над ними; 3) цена здоровья людей.

Классификация загрязнений и характеристика основных загрязнителей окружающей среды приведена на рисунке 3.

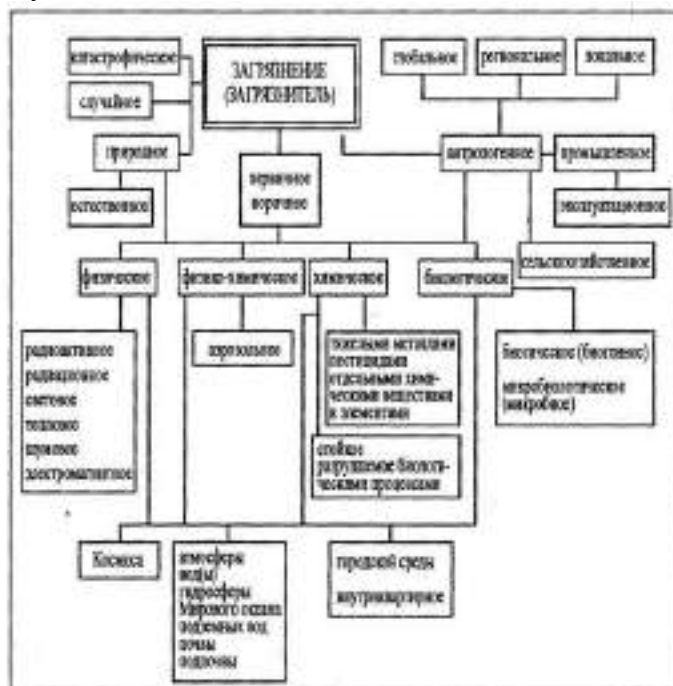


Рисунок 3 – Основные типы загрязнения окружающей среды (Н. Ф. Реймерс, 1990).  
Публичные выступления по теме: *Предмет и задачи охраны природы.*

## *Антропогенное загрязнение окружающей среды*

Цель работы. Приобретение студентами навыков самостоятельной работы, имитация выполнения научной работы, приобретение навыков публичных выступлений, углубленное изучение учебной дисциплины.

Задание 3: 1. Подготовка и доклад студента по выбранной тематике.

2. Участие слушателей в обсуждении доклада: каждый участник обязательно задает вопрос по докладу или комментирует выступление товарища, предлагает оценку доклада. По итогам доклада выставляется оценка докладчику по традиционной пятибалльной системе оценок, а также оценка участникам обсуждения по двухбалльной системе (например: «+» или «-»).

Примерные темы докладов:

1. Асбест;
2. ГМИ- загрязнение;
3. Диоксины;
4. Ионизирующее излучение;
5. Кадмий;
6. Лекарственное загрязнение;
7. Мышьяк;
8. Нефтепродукты;
9. Нитраты, нитриты и продукты метаболизма азотистых удобрений;
10. Патогенные микроорганизмы;
11. Пестициды и гербициды;
12. Пыль;
13. Ртуть;
14. Свинец;
15. Тепловое и световое загрязнение;
16. Угарный газ в воздухе;
17. Фреоны;
18. Шум;
19. Электромагнитное загрязнение.

План выступления

1. Основные источники образования загрязнителя, каким образом он поступает в окружающую среду;
2. Нормы и нормативы для данного вида загрязнителя;
3. Какой вред данный загрязнитель причиняет экосистеме, животным и человеку;
4. Каким образом снизить вред загрязнителя, что делается в этой области?

### **1.2. Анализ и прогноз загрязнения окружающей среды**

#### **1.2.1. Занятие 3. Загрязнения атмосферного воздуха. Типы и виды**

##### **1.2.1.1. Определение количества дымовых газов**

*Расчет количества дымовых газов по количеству сжигаемого топлива*

Методика расчета:

1. Определить количество воздуха, необходимого для сжигания 1кг топлива ( $L_0$ ):

$$L_0 = \frac{2.67 \cdot C + 8H + S - O}{0.23},$$

где:  $C, H, S, O$  (% масс) – составные части топлива (углерод, водород, сера, кислород).

2. Определить объем ( $V_0$ ) воздуха (в кг.моль/кг), необходимого для сжигания 1кг топлива:

$$V_0 = \frac{L_0}{1.293}$$

3. Определить мольное содержание (в кг.моль/кг) продуктов сгорания 1кг топлива:

$$N_{RO_2} = \frac{C}{100 \cdot 12} + \frac{S}{100 \cdot 32}$$

$$N_{H_2O} = \frac{H}{100 \cdot 2} + \frac{G_{\text{форс.пара}}}{18},$$

где:  $G_{\text{форс. пара}}$  – количество пара (в кг), подаваемого на форсунки для сжигания 1кг топлива.

4. Установить фактический коэффициент избытка воздуха по данным анализов:

$$\alpha = \frac{N_2}{N_2 - 3.762 \cdot (O_2 - 0.5 \cdot CO)},$$

где:  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $CO$  – концентрация соответствующих газов в % объема;

$$3,762 - \text{соотношение содержания в воздухе } N_2, \text{ и } O_2 \quad \frac{79}{21} = 3,762$$

5. Определить мольное содержание двухатомных газов при найденном коэффициенте избытка воздуха:

$$N_2 + O_2 = \frac{V_0 \cdot (\alpha - 0.21)}{22.4}$$

6. Найти сумму  $RO_2$ ,  $H_2O$ ,  $N_2$  и  $O_2$ :

$$\sum N = N_{RO_2} + N_{H_2O} + N_{N_2+O_2}$$

7. Определить количество продуктов сжигаемого топлива, кг/ч:

$$G = (\alpha \cdot L_0 + I) \cdot B,$$

где:  $B$  – количество сжигаемого топлива, кг/ч.

8. Определить объем дымовых газов ( $\text{нм}^3/\text{ч}$ ) при нормальных условиях:

$$V = \frac{G \cdot \sum N \cdot 22.4}{\alpha \cdot L_0 + 1}$$

*Расчет количества газов, выбрасываемых после регенерации катализатора*  
Методика расчета:

1. Определить количество сгорающей сажи ( $q$ ):

$$q = \frac{B \cdot (a - b)}{100},$$

где:  $B$  – количество регенерируемого катализатора (кг/ч);

$a$  – содержание сажи в исходном катализаторе, %масс.;

$b$  – содержание сажи в регенерированном катализаторе, , %масс.

2. Определить количество газовых выбросов после регенерации катализатора ( $V$ ),  $\text{нм}^3/\text{ч}$ :

$$V = Q + \frac{q \cdot 22.4}{12},$$

где:  $Q$  – количество подаваемого на регенерацию воздуха,  $\text{нм}^3/\text{ч}$

Задание 4:

Определите количество образующихся дымовых газов при сжигании 890 кг/ч мазута следующего состава (% масс):

C	85,0
H	12,5
S	0,44
O	1,5

При сжигании добавили 0,5 кг пара на 1 кг топлива. Содержание газов по анализам на газоанализаторе следующее: O<sub>2</sub> = 6,0 % об, CO = 0,5 % об, N<sub>2</sub>=84,5 % об.

Задание 5:

Определите количество газовых выбросов после регенерации 4000 кг/ч катализатора. На регенерацию тратится 5000 нм<sup>3</sup>/ч воздуха. Концентрация сажи в катализаторе в течение часа уменьшилась с 4,5 до 0,4 %масс.

**1.2.1.2. Оценка степени загрязнения атмосферы**

Задание 6:

Определите коэффициент загрязнения воздуха атмосферы (G<sub>п-г</sub> (j)) района, в котором расположены предприятия химической промышленности, выбрасывающие в воздух пылегазовые отходы, содержащие двуокись азота, ацетальдегид, бутифос, диметиламин и изопропиловый спирт (таблица 2). Определить степень загрязнения среды.

Таблица 2 – Определение коэффициента загрязнения воздуха атмосферы

№ загрязнителя, м	Исходные данные (легенда)				Расчетные данные		результат
	Загрязнители	Плотность загрязнения вне источника, мг/м <sup>3</sup> , N	Вес загрязнителя в ранжированной последовательности, F (j)	Физиологическая норма, мг/м <sup>3</sup> , Ф	Отношение, $\sigma = \frac{N}{\Phi}$	Произведение, $\sigma F(j)$	
1.	бутифос	0,033	1,00	0,010			
2.	диметиламин	0,090	0,72	0,05			
3.	двуокись азота	0,128	0,53	0,085			
4.	ацетальдегид	0,021	0,29	0,010			
5.	изопропиловый спирт	0,0720	0,21	0,600			
	Итого						

Методика расчета:

1. Рассчитать отношение  $\sigma = \frac{N}{\Phi}$ ;
2. Определить произведение  $\sigma F(j)$

3. Определить  $\sum \sigma F(j)$

4. Рассчитать коэффициент загрязнения по формуле:

$$G_{н-э}(j) = \frac{\sum \sigma F(j)}{\sum F(j)} \quad (1)$$

5. Определить степень загрязнения среды по приложению и сделать вывод по результатам работы.

#### 1.2.2. Занятие 4. Оценка уровня загрязнения воздуха методом биоиндикации по уровню флуктуирующей асимметрии древесной растительности

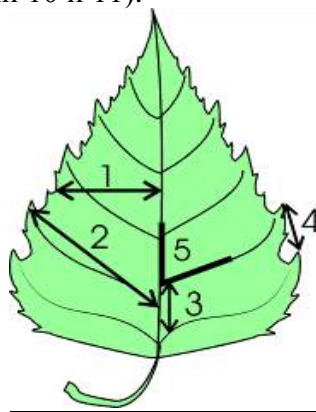
Одним из удобных способов оценки интенсивности антропогенного воздействия является метод оценки качества среды по показателям нарушения стабильности развития организмов. Принцип метода основан на выявлении нарушений симметрии развития листовой пластины растения под действием антропогенных факторов. Этот подход достаточно прост с точки зрения сбора, хранения и обработки материала. Он не требует специального сложного оборудования, но при этом позволяет получить интегральную оценку состояния организма при всем комплексе возможных воздействий.

Принцип метода основан на выявлении нарушений симметрии развития листовой пластины древесных и травянистых форм растений под действием антропогенных факторов.

Выборку листьев древесных растений осуществляют с нескольких близко растущих деревьев на площади 10 x 10 м или на аллее длиной 30-40 м. Используют только средневозрастные растения, исключая молодые и старые. Листья собираются из нижней части кроны, на уровне поднятой руки.

Для оценки величин асимметрии исследуются 5 билатеральных признаков, характеризующих общие особенности листа, удобные для учета и дающие возможность однозначной оценки:

1 – ширина левой и правой половинок листа; 2 – расстояние от основания до конца жилки второго порядка, второй от основания листа; 3 – расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка; 4 – расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка; 5 – угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка (таблица 10, рисунки 10 и 11).



- 1 – ширина половинок листа (измеряется посередине листовой пластинки);
- 2 – длина второй от основания листа жилки второго порядка;
- 3 – расстояние между основанием первой и второй жилки второго порядка;
- 4 – расстояние между концами этих жилок;
- 5 – угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка.

Рисунок 4 – Схема промеров листа берёзы повислой (*Betula pendula*).

Первые четыре параметра снимают циркулем-измерителем (рисунок 4), угол между жилками измеряют транспортиром (рисунок 5).

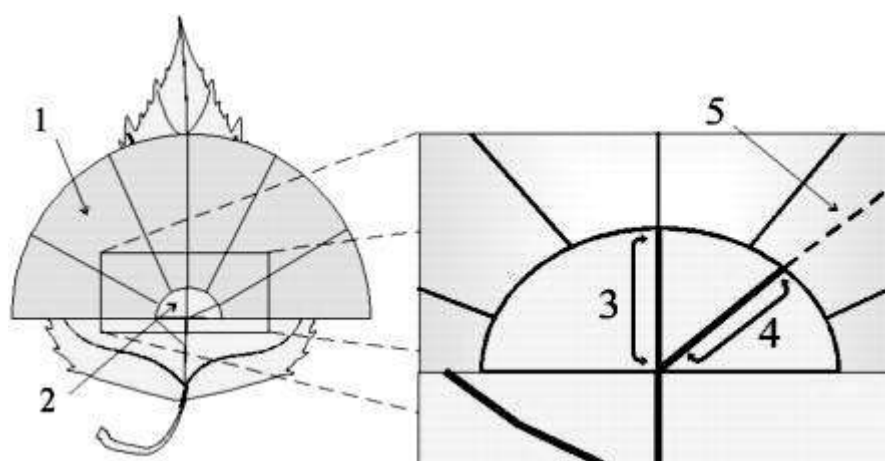
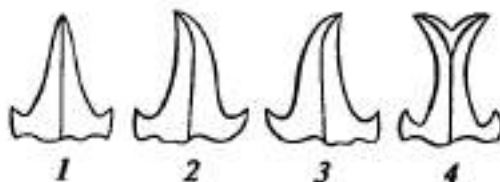


Рисунок 5 – Методика измерения угла между жилками.

При измерении угла транспортир (рис. 5, 1) располагают так, чтобы центр основания окошка транспортира (рис. 5, 2) находился на месте ответвления второй жилки второго порядка (рис. 5, 4).

Так как жилки не прямолинейны, а извилисты, угол измеряют следующим образом: участок центральной жилки (рис. 5, 3), находящийся в пределах окошка транспортира (рис. 5, 2) совмещают с центральным лучом транспортира, который соответствует  $90^\circ$ , а участок жилки второго порядка (рис. 5, 4) продлевают до градусных значений транспортира (рис. 5, 5), используя линейку.

Загнутость макушки листа определяют по рисунку 6.



1 – не загнута; 2 – загнута влево, 3 – загнута вправо, 4 – «ласточкин хвост».

Рисунок 6 – Примеры «загнутости» макушки листа.

Данные измерений заносят в таблицу 3.

Таблица 3 – Оценка величин асимметрии древостоя

Номер образца	Ширина половинок		Длина второй жилки		Расстояние между основаниями 1-й и 2-й жилок		Расстояние между концами 1-й и 2-й жилок		Угол между центральной и 2-й жилками		Форма макушки
	л	пр	л	пр	л	пр	л	пр	л	пр	

Величина асимметричности оценивается с помощью интегрального показателя – величины среднего относительного различия на признак (средняя арифметическая отношения разности к сумме промеров листа слева и справа, отнесенная к числу признаков). Для проведения вычислений пользуются вспомогательной таблицей (табл. 4).

Значение одного промера обозначают X, тогда значение промера с левой и с правой стороны – XЛ и XП, соответственно. Измеряя параметры листа по пяти признакам (слева и справа) получают необходимое количество значений X.

В первом действии (1) находят относительное различие между значениями признака слева и справа (Y) для каждого признака. Для этого находят разность значений измерений по одному признаку для одного листа, затем находили сумму этих же значений и разность делили на сумму.

Найденное значение Y1 вписывают во вспомогательную таблицу. Подобные вычисления производят по каждому признаку. В результате получают 5 значений Y для одного листа. Такие же вычисления производят для каждого листа, записывая результаты в таблицу 4.

Во втором действии (2) находят значение среднего относительного различия между сторонами на признак для каждого листа (Z). Для этого сумму относительных различий делят на число признаков.

Подобные вычисления производят для каждого листа. Найденные значения заносят в таблицу 4.

Таблица 4 – Вспомогательная таблица для вычислений

№ ли-ста	1 при-знак	2 при-знак	3 при-знак	4 при-знак	5 при-знак	Среднее относительное раз-личие на признак $Z = \frac{Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5}{N}$ (2)
	$Y = \frac{X_L - X_P}{X_L + X_P}$ (1)					
1						
2						
...						
n						
						$\bar{X} = \frac{Z_1 + Z_2 + \dots + Z_n}{n}$ (3)

В третьем действии (3) вычисляют среднее относительное различие на при- знак для выборки (X). Для этого все значения Z складывают и делят на число этих значений, где n – число значений Z, т.е. число листьев.

Этот показатель характеризует степень асимметричности организма.

При бальной оценке используют таблицу соответствия баллов качества среды значениям коэффициентов асимметрии (таблица 5).

Таблица 5 – Бальная система качества среды обитания живых организмов

Балл состояния				
1	2	3	4	5
чисто	относительно чисто (норма)	загрязненно (тревога)	грязно (опасно)	очень грязно (вредно)
Интегральный показатель асимметрии				
<0,055	0,056-0,060	0,061-0,065	0,065-0,070	>0,070



Задание 7:

1. Рассчитайте уровень флуктуирующей асимметрии древесной растительности (таблица 6), результаты расчетов занести в таблицу 7.

2. Определите уровень загрязнения среды по интегральному показателю асимметрии (справочная таблица 5).

Таблица 6 – Оценка величин асимметрии древостоя

№ листа	Ширина половинок		Длина второй жилки		Расстояние между основаниями 1-й и 2-й жилок		Расстояние между концами 1-й и 2-й жилок		Угол между центральной и 2-й жилками	
	лев.	прав.	лев.	прав.	лев.	прав.	лев.	прав.	лев.	прав.
ЦПКиО										
1	17	18	31	32	5	5	11	11	40	42
2	17	18	31	30	3	2	10	11	46	48
3	14	14	25	26	4	4	10	7	45	40
4	16	15	25	25	4	4	9	7	42	41
5	18	20	31	32	5	4	10	10	37	40
ул. Стройкова/ул. Пушкина										
1	15	16	26	28	5	3	9	11	45	48
2	14	13	25	23	7	7	11	13	50	49
3	15	15	25	26	6	4	8	9	48	48
4	15	16	29	28	6	6	12	10	55	45
5	11	13	21	24	5	5	8	9	50	50

Таблица 7 – Значение показателя флуктуирующей асимметрии листьев Берёзы повислой в исследуемом биотопе

Место сбора образцов	Интегральный показатель асимметрии	Балл состояния	Характеристика экологического состояния биотопа

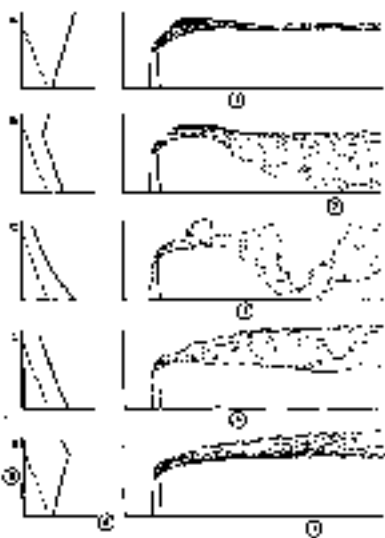
Самостоятельная работа. Подготовить микроисследование и презентацию на тему «Эколого-географическая характеристика растений, обладающих способностью к газо-поглощению и пылеосаждению на примере вида» (Раздел 2.4.2, задание б).

**1.2.3. Занятие 5. Выбросы. Рассеяние выбросов. Распространение веществ с локальными воздушными потоками**

*Распространение веществ с локальными воздушными потоками*

Существует несколько типичных ситуаций, возникающих при рассеивании шлейфов выбросов, в зависимости от характера плотностей и температурной стратификации (рисунок 7).

1. *Нададиабатическое условие расширения газа.  $Ri < 0$*  (рисунок 7, п. 1). На всех высотах полная устойчивость. Стабильный шлейф типа «веер», когда рассеяние по горизонтали происходит намного более интенсивно, чем по вертикали.



1 – стабильный (веер); 2 – нейтральный внизу, стабильныйверху (дым); 3 – нестабильный (завихрение); 4 – нейтральный (конусный); 5 – высота; 6 – температура; 7 – стабильный внизу, нейтральныйверху

Рисунок 7 – Рассеяние шлейфов выбросов загрязняющих веществ (Тихонова И. О., Тарасов В.В., Кручинина Н. Е., 2008 г).

2. *Приподнятая инверсия* (рисунок 7, п. 2). В дневное время приток тепла от солнца становится причиной инверсии и застоя в верхних слоях приземного слоя. Если приподнятая инверсия находится несколько выше устья дымовой трубы, то дым может и не пробить слой ослабленного смешения. Шлейф имеет тенденцию прижиматься к земле, создавая устойчивое

загрязнение в приземных слоях.

3. *Неустойчивая стратификация* (рисунок 7, п. 3). При неустойчивой стратификации развивается ветровая турбулентность, происходит задымление приземного слоя.

4. *Нейтральная стратификация во всем приземном слое  $Ri = 0$*  (рисунок 7, п. 4). шлейф имеет коническую форму. Рассеяние происходит с равной вероятностью, как по вертикали, так и по горизонтали.

5. Условия, когда в нижней части приземного слоя нададиабатические условия ( $Ri < 0$ ), выше – нейтральная стратификация ( $Ri = 0$ ) или сверхадиабатические условия ( $Ri > 0$ ). Рассеяние вверх происходит легче, чем вниз (рис.7, п.7).

$Ri$  – Критерий Ричардсона. Это отношение факторов, стабилизирующих горизонтальное движение воздуха к факторам, дестабилизирующим его.

- $Ri < 0$  Над слоем холодного воздуха есть слой теплого (нададиабатическое состояние). Градиент плотности по вертикали отрицательный.
- $Ri > 0$  Над слоем теплого воздуха есть слой холодного, т.е. температура уменьшается при движении снизу вверх (сверхадиабатическое состояние). Градиент плотности по вертикали положительный
- $Ri = 0$  Нейтральная стратификация. Плотность воздуха при его подъеме уменьшается не больше и не меньше, чем на градиент плотности по вертикали  $\left(\frac{\partial \rho}{\partial z}\right)$ , т.е. в полном соответствии с адиабатическим градиентом плотности.

С точки зрения рассеивания выбросов условия в коническом шлейфе (рисунок 7, п. 4) удовлетворительны, однако с позиций обеспечения безопасности населения следует предпочесть условия 1 и 5 (рисунок 7, п. 1 и 7). Случай 3 (рисунок 7, п. 3) приводит к резким изменениям (флуктуациям) приземной концентрации вблизи источника выброса и к появлению переменной задымленности. В случае 2 (рисунок 7, п. 2) создается устойчивое загрязнение приземного слоя вблизи источника выброса.

Даже при одинаковых метеорологических условиях источники разной высоты будут

создавать различное распределение концентраций по высоте. Так, в случае высоких источников наибольшие концентрации у земли достигаются при опасной скорости ветра, имеющей существенные турбулентные составляющие сверху вниз. Однако те же условия должны способствовать переносу примеси вверх от низких источников (например, автомобилей) и очищению приземных слоев.

На рисунке 5 отображена зависимость рассеивания выбросов от высоты трубы. Концентрация на выходе из трубы составляет  $C_{тр}$ . При высокой трубе ( $H_1$ ) на уровне приземного слоя ( $H_{пс}$ ) она снижается до  $C_1$ , а при низкой трубе ( $H_2$ ) – только до  $C_2$ . Отсюда возникает разница при назначении ПДВ.

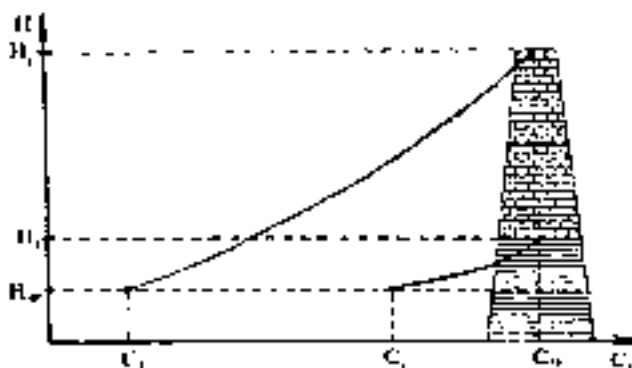


Рисунок 8 – Зависимость рассеивания выбросов от высоты трубы.

ПДВ для горячей газовой смеси рассчитывается по формуле:

$$ПДВ = \frac{(ПДК_{м.р.} - C_{ф}) \cdot H_u^2 \cdot \sqrt[3]{Q_1 \cdot \Delta T}}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta} \quad (5)$$

где  $ПДК_{м.р.}$  – предельно допустимая разовая концентрация вещества в воздухе населенных мест,  $мг/м^3$ ;

$C_{ф}$  – фоновая концентрация загрязнителя,  $мг/м^3$ ;

$H_u$  – высота трубы, м;

$Q_1$  – объем выброса газовой смеси,  $м^3/с$ ;

$\Delta T$  – разность температур между выбрасываемой газовой смесью и окружающим воздухом в самый жаркий месяц в 13 часов;

$A$  – коэффициент атмосферной температурной стратификации, определяющий условие вертикального перемещения слоев (таблица 8);

Таблица 8 – Коэффициент атмосферной температурной стратификации (A)

Регион мира	A
Субтропики	240
Нижнее Поволжье, Северный Кавказ, Сибирь	200
Север и северо-запад РФ	160
Центральный регион РФ	120

$F$  – коэффициент, учитывающий скорость оседания частиц. Он зависит от эффективности очистки и составляет:

- 1 – для газов;
- 2-3 – для пыли.

$m$  – безразмерный коэффициент, учитывающий условия выхода газов из трубы;

$n$  – безразмерный коэффициент;

$\eta$  – безразмерный коэффициент, учитывающий рельеф местности. Он составляет:

- 1 – для равнины;

- 2 – для пересеченной местности;

ПДВ для холодной газовой смеси рассчитывается по формуле:

$$ПДВ = \frac{(ПДК_{м.р.} - C_{\phi}) \cdot H_u^{4/3} \cdot 8 \cdot Q_1}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta} \cdot \frac{1}{D} \quad (6)$$

D – диаметр трубы, м;

### Дисперсия легких и тяжелых газов в атмосфере

Существует множество факторов, которые влияют на размер и на форму зон опасности, возникающих вследствие выброса паров и газов в атмосферу. Рассмотрим, что происходит с облаком при рассеянии в атмосфере. На рисунке 6 показаны четыре первые стадии движения облака по направлению ветра. В нулевой момент времени формируется мгновенное облако, концентрация пара в котором близка к 100 %-ной концентрации чистого пара, а воздух вокруг облака еще незагрязнен.

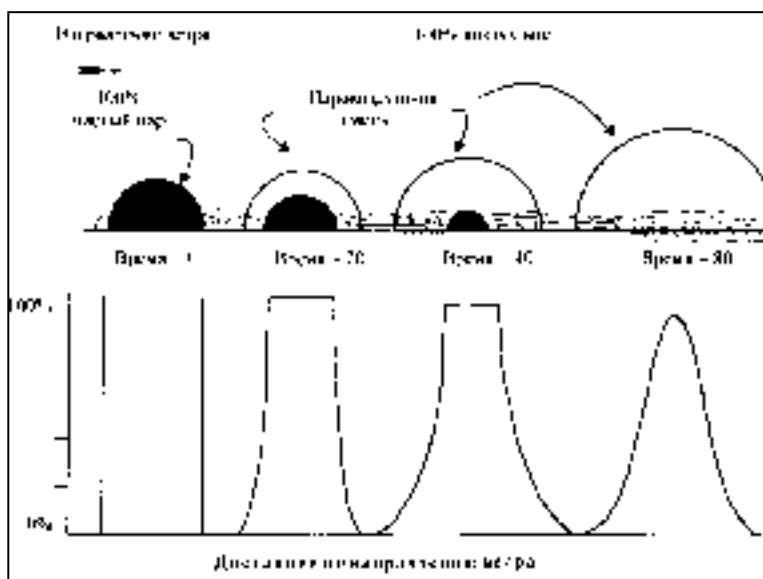


Рисунок 9 – Начальные стадии рассеяния облаков газа.

В момент времени 20 облако вырастает в размере за счет смешивания с воздухом, а та его часть, где концентрация пара все еще 100 %, становится меньше.

Концентрация пара в промежутке изменяется от 100 % у границы с ядром до 0 у границы облака.

К моменту времени 40 ядро 100 % пара становится еще меньше, а к моменту 80 исчезает вообще. Начиная с этого момента пик или максимальная приземная концентрация будет становиться ниже 100 % и будет уменьшаться

В нижней части рисунка показана ранее приведенная последовательность событий в виде сведенных в одну диаграмму графиков.

На рисунке 10 показано сечение концентрации газа в облаке по времени. Облако становится все более и более протяженным, а пик концентрации, точка в его центре, все ниже и ниже. В какой-то точке пиковая концентрация газа или пара станет меньше опасного уровня, какое бы значение концентрации для него не определялось. Если попытаться изобразить на рисунке зависимость пиковой приземной концентрации в центре облака от времени или расстояния, то получим кривую, похожую на изображенную на рисунке 11.

Эти рисунки показывают, как изменяется площадь от момента, когда облако только что образовалось, до момента, когда в каждой точке облака концентрация становится ниже выбранных значений предельных концентраций.

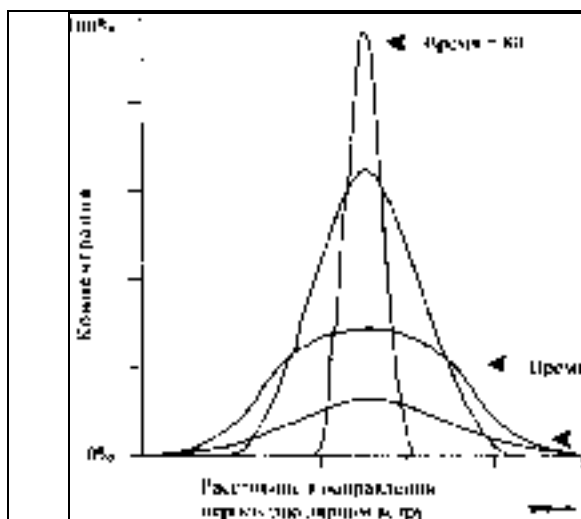


Рисунок 10 – Сечения концентрации в облаке по времени.

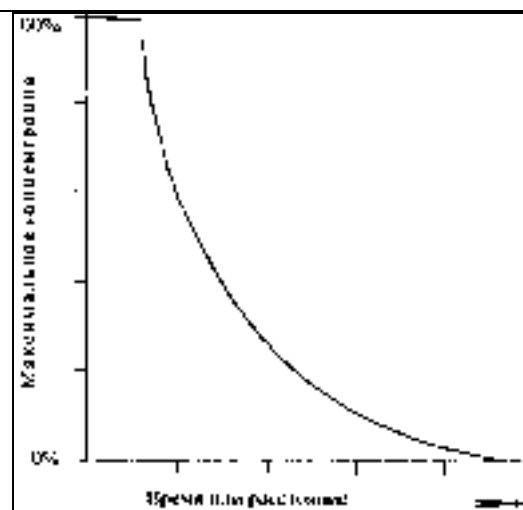


Рисунок 11 – Максимальная концентрация в воздухе по времени или расстоянию.

*Условия, влияющие на дисперсию газов и паров в атмосфере*

*Влияние уровня и количества выброса на дисперсию газов и паров*

Как в случае мгновенных, так и непрерывных выбросов, размеры зон опасности будут больше и по длине и по ширине, когда выбрасывается большее количество вещества. Особенно важны размеры площади испарения, когда пар или газ, кипя или просто испаряясь, попадают в атмосферу из лужи разлития. Из небольшой лужи будет испаряться небольшое количество вещества - из больших луж будет более высокий уровень выброса, а следовательно, они будут приводить к более высокой опасности

*Влияние факторов стабильности атмосферы на дисперсию газов и паров.*

Время дня, солнечное освещение в местности, степень облачного покрытия и сила ветра играют главную роль в определении уровня дисперсности атмосферы и, таким образом, на величину расстояний возможных зон опасности. Обычно метеорологи различают главным образом шесть классов стабильности атмосферы (таблица 9).

Таблица 9 – Таблица определения классов стабильности атмосферы

Скорость ветра около поверхности	Дневные погодные условия			Ночные погодные условия	
	сила солнечного света			пасмурность (коэффициент облачности)	
	сильна я	умеренна я	слабая	= 4/8	= 3/8
Менее 4,5	A	A-B	B	-	-
4,5 - 6,7	A-B	B	C	E	F
6,7-11,2	B	B-C	C	D	E
11,2-13,4	C	C-D	D	D	D
Более 13,4	C	D	D	D	D

*Примечание* А – исключительно нестабильные условия, В – умеренно нестабильные условия, С – незначительно нестабильные условия, О – нейтральные условия, Е – незначительно стабильные условия, Р – умеренно стабильные условия.

### *Влияние плавучести газов и паров на их дисперсию*

Выброшенные в атмосферу газы или пары могут быть как тяжелее, так и легче воздуха. В общем, более легкие, чем воздух, газы, пары или смеси будут смешиваться с воздухом таким же образом, как газы, близкие по плотности к воздуху. Приземные концентрации, вероятно, должны быть ниже, так как точка с максимальной концентрацией вдоль линии распространения облака будет подниматься. Скорость поднятия такого облака будет являться функцией разности плотностей между газом и воздухом и скорости ветра. Сильный ветер будет стремиться удержать облако у поверхности земли более длительное время. На рисунке 12 эта идея проиллюстрирована для отдельных облаков, но то же самое применимо и к шлейфам.



Рисунок 12 – Поведение облака» газа с меньшей плотностью, чему воздуха.

Более тяжелые, чем воздух, газы будут стремиться опуститься на землю и могут при определенных условиях растекаться по поверхности местности даже поперек или против направления ветра. Однако по мере того, как эти пары разбавляются воздухом, в некоторое время они начинают вести себя как газы, близкие по плотности к воздуху. Таким образом, рассмотрение дисперсии тяжелых газов или паров более важно для высоких концентрации вблизи источника, чем для низких концентраций, которые находятся на уровне ПДК токсических веществ.

### *Влияние высоты выброса на дисперсию газов и паров*

Некоторые выбросы осуществляются через трубы, выхлопные клапаны и т.п. Хотя в этом случае все другие принципы распространения применимы в такой же степени, приземная концентрация может значительно отличаться от таковой в случае источников у поверхности земли. Точка максимальной концентрации будет находиться на центральной линии распространения облака или шлейфа по направлению ветра.

Если пар или газ легче воздуха, появление загрязнителя вблизи поверхности будет сильно зависеть от скорости ветра. Как показано на рисунке 9, облако или шлейф могут подниматься быстро, медленно или не подниматься вообще, в зависимости от скорости ветра и скорости самого выброса в воздух.

### Задание 8:

1. Изучите теоретический материал по теме.
2. Оцените погодные условия и их влияние на стабильность атмосферы (таблица. 9).

3. Укажите условия, способствующие стабилизации и дестабилизации атмосферы. Какие ситуации характеризуются наибольшей и наименьшей стабильностью? Выводы обосновать.

#### **1.2.4. Занятие 6. Автотранспорт как основной источник загрязнения городской среды**

*Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха отработанными газами автотранспорта (по концентрации CO)*

Форма подачи материала: Отчет по микроисследованию. Эссе.

Методическое обеспечение:

Уливанова, Г. В. Методическое пособие для выполнения микроисследования по теме: «Анализ загрязнения атмосферного воздуха автомобильным транспортом» для обучающихся факультета ветеринарной медицины и биотехнологии по направлению подготовки 06.03.01 – Биология, квалификация (степень) «бакалавр» [Текст] / Г. В. Уливанова. – Рязань, ИРИЦ, 2015. – 15 с.

Цели и задачи:

1. Изучение метода оценки степени загрязнения окружающей среды в зависимости от интенсивности транспортного потока.
2. Анализ мер снижения воздействия автотранспорта на окружающую среду.
3. Получение навыка работы в команде.
4. Развитие творческого мышления.
5. Развитие логического мышления и т. п.

*Задание для микроисследования*

1. Определите транспортный поток на выбранной улице за 1 час;
2. Рассчитайте суточную динамику транспортного потока и определите категорию места исследования (автодороги, шоссе, автомагистрали...) в зависимости от расчетной интенсивности транспортного потока;
3. Определите структуру транспортного потока;
4. Проведите исследование загрязнения атмосферного воздуха автомобильным транспортом в районе вашего проживания.
5. Рассчитайте выбросы вредных веществ карбюраторными и дизельными двигателями, а также выбросы отдельных типов автотранспорта;
6. Оцените уровень загрязненности воздуха отработанными газами автотранспорта по концентрации окиси углерода.
7. Дайте аналитическое заключение об экологическом состоянии места исследований и влиянии автотранспорта на загрязнение городской среды;
8. Определите оптимальный транспортный поток, если ПДКСО по автотранспорту составляет  $5 \text{ мг/м}^3$ .
9. Разработайте систему мероприятий по снижению уровня загрязненности автострады.
10. Оформите отчёт по микроисследованию.

*Методика и порядок проведения отчётного занятия*

*Дисциплина: «Охрана природы»*

*Тема: «Влияние автотранспорта на окружающую среду»*

*Активный метод: «Исследование с элементами дискуссии»*

1 шаг. Самостоятельная работа обучающихся

Деление обучающихся на подгруппы (задания выдаются методом лотереи):

1. Селитебная зона;
2. Деловая зона;
3. Транспортная зона;
- 4 Рекреационная зона;

По общепринятой методике определить структуру и интенсивность транспортного потока на нескольких дорогах в выбранной зоне и рассчитать уровень загрязнения окружающей среды оксидом углерода.

Результаты оформляются в виде доклада с презентацией. Время доклада – 5 минут. Представляется экологическая характеристика места исследования, структура и интенсивность транспортного потока, градация автодороги по категории интенсивности транспортного потока (низкая, средняя, высокая), и рассчитанное количество оксида углерода.

2 шаг. Представление результатов работы групп. Выступление групп и вопросы на уточнение содержания.

3 шаг Разработка мер снижения воздействия автотранспорта на окружающую среду в каждой из зон.

Каждая группа представляет список наилучших решений для своей зоны. Метод представления – листы или ватман с таблицей 10.

Таблица 10 – Меры снижения воздействия автотранспорта

Меры снижения воздействия	Зоны города			
	Селитебная	Деловая	Транспортная	Рекреационная

4 шаг. Смена темы. Задание для групп – Дополните и исправьте список методов снижения воздействия другой группы. Повторять то, что написано на предыдущем этапе, нельзя».

5 шаг. Смена темы. Задание для групп – Дополните и исправьте список методов снижения воздействия другой группы. Повторять то, что написано на предыдущем этапе, нельзя».

6 шаг. Смена темы. Задание для групп – Дополните и исправьте список методов снижения воздействия другой группы. Повторять то, что написано на предыдущем этапе, нельзя».

7 шаг Составление обобщенного списка «меры снижения воздействия автотранспорта на городскую среду».

8 шаг. Выход из игры. Эссе. «Влияние автотранспорта на городские экосистемы и меры по снижению воздействия».

Задание 9:

Оцените уровень загрязненности воздуха отработанными газами автотранспорта по следующим данным:

Магистральная улица города с многоэтажной застройкой с двух сторон без пересечений, продольный уклон 2<sup>0</sup>, скорость ветра 4 м/сек, относительная влажность воздуха – 70 %. Расчетная интенсивность движения автомобилей в обоих направлениях – 500 автомашин в час. Состав автотранспорта (таблица 11):



Таблица 11 – Состав автотранспорта

Наименование	Доля в общем потоке (P <sub>i</sub> )
Легкий грузовой	10%
Средний грузовой	10%
Тяжелый грузовой	5%
Автобус	5%
Легковой	70%

Определить оптимальный транспортный поток, если ПДК<sub>CO</sub> по автотранспорту составляет 5 мг/м<sup>3</sup>.

Методика расчета:

1. Загрязнение атмосферного воздуха отработанными газами автотранспорта удобно оценивать по концентрации окиси углерода, в мг/м<sup>3</sup>.

Формула оценки концентрации окиси углерода (K<sub>CO</sub>) была разработана Бегма и Шаповаловым.

$$K_{CO} = (0,5 + 0,01 \cdot N \cdot K_T) \cdot K_A \cdot K_y \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_{II}$$

где 0,5 – фоновое загрязнение атмосферного воздуха нетранспортного происхождения, мг/м<sup>3</sup>;

N – суммарная интенсивность движения автомобилей на городской дороге, автом./час;

K<sub>T</sub> – коэффициент токсичности автомобилей по выбросам в атмосферный воздух окиси углерода;

K<sub>A</sub> – коэффициент, учитывающий аэрацию местности;

K<sub>y</sub> – коэффициент, учитывающий изменение загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода в зависимости от величины продольного уклона;

K<sub>C</sub> – коэффициент, учитывающий изменения концентрации окиси углерода в зависимости от скорости ветра;

K<sub>B</sub> – коэффициент, учитывающий изменения концентрации окиси углерода в зависимости от относительной влажности воздуха;

K<sub>II</sub> – коэффициент увеличения загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода у пересечений.

2. Коэффициент токсичности автомобилей определяется как средневзвешенный для потока автомобилей по формуле:

$$K_T = \sum P_i \cdot K_{Ti}$$

где P<sub>i</sub> – состав автотранспорта в долях единицы;

K<sub>Ti</sub> – справочный коэффициент (ПРИЛОЖЕНИЕ А, таблица 1)

Результаты заносят в таблицу 12.

Таблица 12 – Расчет коэффициента токсичности

Наименование	K <sub>Ti</sub>	P <sub>i</sub> · K <sub>Ti</sub>
Легкий грузовой		
Средний грузовой		
Тяжелый грузовой		
Автобус		
Легковой		
Итого	1,0	

3. Значения остальных коэффициентов определяются по ПРИЛОЖЕНИЮ А. Результаты заносят в таблицу 13.

Таблица 13 – Расчет уровня загрязнения и оптимального транспортного потока

Коэффициент	Значение
$K_T$	
$K_A$	
$K_y$	
$K_C$	
$K_B$	
$K_{CO}$	
$N_{ПДК}$	

Поскольку по условию расчет производится по магистральной дороге без пересечений, то коэффициент  $K_{П}$  не учитывается.

4. Коэффициент  $K_{CO}$  рассчитывается по уже известной формуле.

5. Оптимальный транспортный поток рассчитывается по пропорции:

$$\frac{K_{CO} - \text{Навтом./час}}{\text{ПДК} - x \text{ автом./час.}} \quad (4)$$

Результаты заносят в таблицу 12.

### 1.2.5. Занятие 7. Расчет индекса загрязнения атмосферы

*Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА)* – комплексный индекс загрязнения атмосферы, учитывающий несколько примесей, представляющий собой сумму концентраций выбранных загрязняющих веществ (в долях ПДК), деленную на количество рассматриваемых ингредиентов.

#### Задание 10:

На карте отобразите города, в которых зарегистрированы случаи высокого загрязнения атмосферного воздуха. Определите регионы РФ наиболее подверженные загрязнению. Выявите причины.

Таблица 14 – Перечень городов, в которых зарегистрированы случаи высокого загрязнения атмосферного воздуха (максимальные разовые концентрации ЗВ – 10 ПДКм.р. и более)

Город	Примесь	Кол-во случаев	Макс конц. ПДК	Город	Примесь	Кол-во случаев	Макс конц. ПДК
Абакан	бенз(а)пирен	1	11,8	Партизанск	бенз(а)пирен	1	12,0
Ачинск	бенз(а)пирен	1	10,8	Петровск-Забайкальский	бенз(а)пирен	1	13,6
Архангельск	бенз(а)пирен	7	21,1	Пермь	ксилол	2	17,5
Белоярский	формальдегид	3	13,6		этилбензол	3	17,2

Братск	бенз(а)пирен	2	11,4		толуол	2	12,7
--------	--------------	---	------	--	--------	---	------

### 1.2.6. Занятие 8. Сточные воды. Классификация сточных вод и процессы самоочищения

#### Задание 11:

1. Проанализируйте данные таблицы 15. Постройте график динамики суммарных сбросов загрязненных сточных вод. Проследите тенденцию.

2. Рассчитайте суммарный вклад промышленности в загрязнении поверхностных вод. Проведите сравнительный анализ динамики сбросов загрязнённых сточных вод промышленности и сельского хозяйства.

3. Опишите отрасли промышленности, вносящие наибольший «вклад» в загрязнение водной среды. Какова динамика поступления сточных вод в водные объекты от крупнотоннажных отраслей промышленности?

4. Рассчитайте суммарное поступление загрязнённых сточных вод от отраслей добывающей и перерабатывающей промышленности. Постройте сравнительную гистограмму динамики загрязнения поверхностных вод. Каков процентный вклад отраслей перерабатывающей промышленности в суммарное загрязнение поверхностных вод.

Таблица 15 – Динамика сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты, млн. м<sup>3</sup>

Отрасль экономики	2002 г	2003 г	2004 г	2005 г	2006 г.	2007 г.	2008 г.
РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ	27139,0	27241,0	24642,0	24477,6	22413,9	23043,2	21986,1
Жилищно-коммунальное хозяйство	12045,0	12298,0	12590,0	12503,7	12071,8	12053,0	12126,7
Сельское хозяйство	3499,0	4536,0	3165,0	3172,7	2574,14	3264,2	2596,64
Промышленность	11308,0	10168,0	8619,0	8574,6	7443,94	7335,15	6867,89
Электроэнергетика	1518,0	1318,0	1246,2	1090,5	1072,70	1325,54	1448,14
Деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность	2358,0	2019,0	1691,3	1799,3	1443,10	1323,38	1220,67
Химическая и нефтехимическая промышленность	2363,8	2183,6	1622,2	1525,4	1363,03	1322,05	1240,32
Черная металлургия	750,6	855,1	719,6	757,7	704,99	691,77	676,93
Машиностроение	1278,6	952,1	842,6	782,1	640,45	623,94	552,33
Угольная промышленность	595,7	664,1	648,9	740,2	657,50	620,04	442,05
Цветная металлургия	582,4	537,6	514,3	529,0	482,73	425,30	377,5
Атомная промышленность и энергетика	н. д.	460,0	430,0	224,0	241,0	266,0	253,0
Нефтеперерабатывающая промышленность	324,7	279,0	225,2	317,4	227,84	192,99	184,74
Легкая промышленность	274,0	251,3	200,5	170,8	149,69	138,62	120,07
Пищевая промышленность	219,0	208,4	174,1	171,7	123,59	115,99	97,98
Промышленность строительных	175,0	157,3	136,9	129,5	123,10	113,66	112,09

материалов							
Нефтедобывающая промышленность	21,3	25,3	29,7	31,1	24,73	21,01	10,91
Газовая промышленность	3,6	4,3	5,0	4,5	5,92	2,8	3,25

Задание 12:

Проанализируйте динамику поступления сточных вод коммунально-бытового назначения (таблица 10). Какова доля коммунально-бытовых сточных вод в общей структуре загрязнения поверхностных водных объектов?

Задание 13:

Проведите сравнительный анализ динамики поступления загрязнённых сточных вод от отраслей промышленности, относящимся к разным группам по индексу экологической опасности (таблица 16).

Таблица 16 – Классификация отраслей промышленности по экологической опасности для природной среды

Отрасли промышленности	Индекс экологической опасности, рассчитанный по отношению к конечной продукции
Цветная металлургия, Микробиологическая, Химическая, Нефтехимическая	10,1 – 15,0
Черная металлургия, Теплоэнергетика, Лесная, деревоперерабатывающая, целлюлозно-бумажная	5,1 – 10,0
Топливная, Производство стройматериалов, Пищевая	1,1 – 5,0
Машиностроение и металлообработка, Легкая	0,05 – 1,0

### 1.2.7. Занятие 9. Оценка качества вод по ИЗВ

К категории наиболее часто используемых показателей для оценки качества водных объектов относят гидрохимический индекс загрязнения воды ИЗВ и гидробиологический индекс сапробности S.

В зависимости от величины ИЗВ участки водных объектов подразделяют на классы.

Индекс загрязнения воды и индекс сапробности следует отнести к интегральным характеристикам состояния. В табл. приложения приведена классификация водных объектов по значению индекса сапробности S, которые также нормируются.

Уровень загрязненности и класс качества водных объектов иногда устанавливают в зависимости от микробиологических показателей.

Задание 14:

В таблице 17 показаны особенности загрязнения некоторых водных объектов Рязанской области. Определите качество и класс качества воды.

Проанализируйте полученные данные, какой пункт является наиболее загрязненным, предположите причины этого.

Таблица 17 – Индексы загрязнения (ИЗВ) водных объектов в районе створов гидрохимических наблюдений

Водный объект	Пункт	ИЗВ	Качество воды	класс
р. Ока	г. Рязань	3,7		
р. Ока	г. Касимов	2,2		
р. Трубеж	г. Рязань	4,0		
р. Истья	с. Поповичи	3,8		
р. Проня	д. Быково	1,5		
р. Ранова	с. Троица	2,6		
р. Верда	г. Скопин	3,3		
р. Пра	устье	5,1		
р. Гусь	с. Милушево	6,1		
Р. Мокша	с. Ш. Майдан	2,2		

*Расчет индекса загрязненности вод*

Расчет ИЗВ для поверхностных вод производится по формуле:

$$ИЗВ_n = \frac{\sum \frac{C_i}{ПДК_i}}{6}, \quad (7)$$

Расчет ИЗВ для морских вод производится по формуле:

$$ИЗВ_m = \frac{\sum \frac{C_i}{ПДК_i}}{4}, \quad (8)$$

где 6 (для морских вод – 4) – строго лимитируемое количество показателей, берущихся для расчетов, включая показатели растворенного кислорода (БПК).

Задание 15:

По результатам наблюдения за качеством поверхностных вод были получены следующие показатели (таблица 18).

Среднегодовая концентрация кислорода в 1985 году составила 8мг/л, 1986 – 5,5мг/л; в 1987 – 4,5. БПК в 1985= 4мг O<sup>2</sup>/л в 1986=7 O<sup>2</sup>/л; в 1987=12 O<sup>2</sup>/л.

Таблица 18 – Результаты наблюдений

Наименование вещества	Концентрации среднеарифметические (в ПДК)		
	1985	1986	1987
азот аммонийный	1,1	0,9	12,0
азот нитритный	3,0	1,1	8,0
нефтепродукты	2	6	0,5
фенолы	3	2	4
растворенный кислород			
БПК			
Σ			
ИЗВ			
класс качества			
уровень загрязненности			

1. Рассчитайте ИЗВ по приведенным данным,
2. Определите класс качества и характеристику степени загрязненности водоисточника в разные годы.
3. Постройте график изменения концентрации растворенного кислорода, БПК и ИЗВ.
4. Сделайте вывод по результатам работы.

### 1.2.8. Занятие 10. Биогенное загрязнение вод и процессы самоочищения

#### *Определение выноса биогенных веществ с сельскохозяйственных угодий*

Расчетное уравнение для определения выноса биогенов из почвы основывается на урожайности сельскохозяйственных культур как на интегральном показателе состояния нескольких базовых факторов (почва, метеорологические условия, продолжительность вегетационного периода, количество применяемых удобрений, способы их внесения и др.).

Удельный вынос биогенов с площади, занятой  $i$ -й сельскохозяйственной культурой ( $R_i$ ), определяют по формуле:

$$R_i = \alpha_N k_i y_i + \alpha_P k_i y_i + \alpha_K k_i y_i, \quad (9)$$

где  $\alpha_N$ ,  $\alpha_P$  и  $\alpha_K$  – соответственно коэффициенты выноса азота, фосфора и калия для различных почвенных условий и сельскохозяйственных культур;

$k_i$  – вынос биогенов с урожаем  $i$ -той сельскохозяйственной культуры, кг/т;

$y_i$  – фактическая урожайность  $i$ -й сельскохозяйственной культуры, т/га.

Соответственно суммарный вынос биогенных веществ с водоохранной зоны реки или другого водного объекта определяют по формуле 10.

$$\sum W_{\text{пл}} = \sum_{i=1}^n R_i S_i, \quad (10)$$

где  $\sum W_{\text{пл}}$  – суммарный вынос биогенов с площади водоохранной зоны, кг/год;

$R_i$  – удельный вынос биогенов с площади, занятой  $i$ -й сельскохозяйственной культурой;

$n$  – количество сельскохозяйственных культур на площади водоохранной зоны;

$S_i$  – площадь, занятая  $i$ -й сельскохозяйственной культурой, га.

Исходное количество внесенных биогенных элементов определяют по формуле 11.

$$W_{\text{исх}} = \sum_{j=1}^m \Phi_{M_j} W_{\text{срj}}, \quad (11)$$

где  $W_{\text{исх}}$  – исходное количество внесенных в почву биогенов, кг/год;

$m$  – количество видов удобрений;

$\Phi_{M_j}$  – физическая масса  $j$ -го вида вносимых удобрений, т;

$W_{\text{срj}}$  – среднее содержание биогенных элементов в удобрении  $j$ -го вида.

Физическую массу удобрений вычисляют по формуле 12.

$$\Phi_{M_j} = \sum_{j=1}^m S_j N_j, \quad (12)$$

где  $S_j$  – площадь внесения  $j$ -го удобрения, га;

$N_j$  – норма внесения  $j$ -го удобрения, т/га.

Повышенные потери биогенов могут наблюдаться при низких уровнях технологий использования удобрений.

Используя данные таблицы приложения, можно определить долю потерь биогенных элементов и вычислить их суммарный вынос с участка в результате нарушений технологии ( $W_{\text{нт}}$ , кг/год) по формуле

$$\Sigma W_{\text{пот}} = \sum_{j=1}^m W_{\text{исх}j} q_j, \quad (13)$$

где  $q_j$  – доля потерь биогенных элементов в результате нарушений технологии внесения  $j$ -го удобрения;

$W_{\text{исх}j}$  – исходное количество внесенных биогенных удобрений  $j$ -го вида, кг/год.

Общая величина выноса биогенов ( $W_{\text{об}}$  кг/год) составит:

$$W_{\text{об}} = \Sigma W_{\text{пл}} + \Sigma W_{\text{пот}} \quad (14)$$

а коэффициент потерь:

$$\alpha_{\text{пот}} = W_{\text{об}} / W_{\text{исх}}. \quad (15)$$

#### Задание 16:

Рассчитайте удельный и суммарный вынос биогенных веществ с урожаем озимой пшеницы, выращенной на дерново-подзолистых почвах и суммарный вынос с площади водоохранной зоны. Площадь посевов данной культуры равна 560 га. Урожайность – 50 ц/га.

Результаты расчетов занесите в таблицу 19.

Таблица 19 – Расчет удельного и суммарного выноса биогенных веществ.

Показатели	Значение
$\alpha_N$	
$\alpha_P$	
$\alpha_K$	
$k_i$	
$y_i$	
$R_i$	
$\Sigma W_{\text{пл}}$	

### 1.2.9. Занятие 11. Загрязнения почвенного покрова

#### Задание 17:

Изучите основные почвенно-деградационные процессы, причины, их вызывающие и побочные экологические последствия этих процессов (таблица 20).

Таблица 20 – Антропогенные воздействия на почвы и их последствия

Антропогенные воздействия	Почвенно-деградационные процессы	Побочные экологические следствия
Экстенсивное земледелие	Эрозия, дефляция, дегумификация	Потеря земельных ресурсов, запыление атмосферы, исчезновение местной флоры и фауны
Орошаемое земледелие	Деструктуризация, слитизация, осолонцевание, метаногенез	Снижение биологической продуктивности, «парниковый эффект»
Несбалансированное применение химических удобрений	Ацидификация, химическое загрязнение почв, дегумификация	Загрязнение токсикантами, включая нитраты, природных вод и продовольствия, загрязнение

		атмосферы оксидами углерода и азота, эвтрофикация водоемов, «парниковый эффект»
Применение бицидов в земледелии	Химическое загрязнение почв	Загрязнение токсикантами природных вод и продовольственной продукции
Механизация земледелия	Переуплотнение почв, эрозия	Снижение биологической продуктивности
Пастбищное животноводство с превышением норм выпаса	Эрозия, дефляция, переуплотнение, дегумификация	Опустынивание, потеря земельных ресурсов
Интенсивное стойловое животноводство	Химическое загрязнение почв, метаногенез	Загрязнение токсикантами природных вод и с.-х. культур, эвтрофикация, «парниковый эффект»
Вырубка лесов на равнинах	Заболачивание, дегумификация, панциреобразование	Потеря земельных ресурсов, «парниковый эффект»
Вырубка лесов в горах	эрозия	Потеря земельных ресурсов
Разработка нефтяных месторождений	Загрязнение почв нефтепродуктами	Потеря земельных ресурсов, «парниковый эффект»

### 1.2.10. Занятие 12. Шумовое загрязнение городской среды. Автотранспорт как основной источник шума в городе

Среди всех шумовых загрязнителей лидирующее место занимает автотранспорт из-за того, что шум от автомобилей очень интенсивный, продолжительный и активный.

Из-за постоянного увеличения транспортного потока загрязнение шумом неустанно возрастает. Наибольшие уровни шума 90-95 дБ встречаются на магистралях и активных городских дорогах, в 2-3 тысячи транспортных средств в час.

Количество шумового загрязнения и его характерность зависит от состава и качества, количества потока автомобилей. Так же зависит от инженерных решений, таких как угла построек, их высота, плотность стен и стекол и немаловажных вещей как уровень покрытия дороги и зелёная полоса.

В городах с промышленной активностью самым активным является тяжёлый грузовой транспорт. Сам факт активности грузового транспорта с дизельным двигателем приводит к неустанному прибавлению шума. Но по сути, как легковой автотранспорт, так и грузовой создаёт именно тут ситуацию с неблагоприятным шумовым загрязнением.

Шумовое загрязнение от проезжих частей задевает не только территорию дорог, но и попадает на глубокую территорию обычных, жилых районов. Поэтому те дома, которые стоят в непосредственной близости от проезжих частей подвергаются большому риску от всех источников шума. Шум и его уровни, отмеченный в этих районах при распахнутых окнах, приходится всего на несколько показателей 10-15 дБ ниже.

Шумовое загрязнение можно рассчитать по следующим параметрам: уровню звука, громкости, вибрации и звуковому давлению. Основной характеристикой шумового загрязнения являлся эквивалентный уровень звука, который, в соответствии с [1], определялся по формуле 2:

$$LA_{\text{экв}} = 10 \lg Q + 13,3 \lg V + 4 \lg (1 + \rho) + \Delta LA_1 + \Delta LA_2 + 15, \text{ дБА}, \quad (2)$$



где:  $Q$  – интенсивность движения в двух направлениях, авт./ч;

$V$  – средняя скорость потока автомобильного транспорта, км/ч;

$p$  – доля средств грузового и общественного транспорта в потоке, %;

$\Delta LA_1$  – поправка, учитывающая вид покрытия проезжей части улицы или дороги;

дБА (при асфальтобетонном покрытии  $\Delta LA_1 = 0$ );

$\Delta LA_2$  – поправка, учитывающая продольный уклон улицы или дороги, дБА;

Для контроля уровня шума помимо формулы может быть использован цифровой измеритель уровня звука AR 824.

### Задание 18:

Были проведены исследования на трёх объектах г. Рязани – площади Победы, улице Стройкова и улице Циолковского. Интенсивность и структура транспортного потока на выбранных автомагистралях отражена в таблице 21. Рассчитайте уповень шумового загрязнения среды.

Таблица 21 – Интенсивность транспортного потока на автодорогах г. Рязани

Тип автотранспорта	Улица Стройкова	Площадь Победы	Улица Циолковского
Легковые	3001	4664	3101
Легковые дизельные	532	1098	601
Грузовые карбюраторные до 3 тонн	202	496	162
Грузовые карбюраторные более 3 тонн	293	294	31
Грузовые дизельные	31	24	72
Грузовые газобаллонные	48	50	39
Автобусы дизельные	30	32	46
Автобусы карбюраторные	45	72	162

### *Снижение уровня шума. Шумозащитные полосы*

Для снижения уровня шума в градостроительной практике применяют и естественные экранирующие сооружения, основанные на использовании рельефа местности, – выемки, насыпи, овраги и т. д. Исключительной способностью задерживать и поглощать шумовые воздействия обладают древесные и кустарниковые насаждения, высаженные вдоль автомагистралей.

Снижение шума зависит от плотности кроны, густоты листвы, расположения насаждений по отношению к источнику шума и пропорционально ширине озелененной полосы. Ряд насаждений высотой в несколько метров может снизить звук на 10 дБ на 16 м ширины полосы, особенно если деревья имеют густую и жесткую листву.

Многорядная полоса древесно-кустарниковых насаждений высотой 5-6 м способна значительно снижать уровень шума; наибольший эффект дают широкие полосы: при ширине полос 25-30 м наблюдается снижение уровня звука на 10-12 дБ. Полоса насаждений шириной 200-250 м поглощает такое количество шума автомагистрали, что он не воспринимается как помеха. Хорошо развитые древесные и кустарниковые насаждения шириной около 40 м способны снизить уровень шума на 17-23 дБ, 30-метровая полоса с редкой посадкой деревьев – на 8-11 дБ, а небольшие скверы и редко посаженные внутриквартальные насаждения – на 4-7 дБ. Однако в зимний период защитная функция зеленых насаждений снижается в 3-4

раза.

Наибольшей шумозащитной способностью отличаются клен, тополь, липа, вяз. Лучшие экранирующие свойства имеют смешанные насаждения, состоящие из деревьев и кустарников, особенно с хорошей горизонтальной и вертикальной сомкнутостью.

В таблице 22 представлены варианты шумозащитных полос зеленых насаждений различной ширины, дендрологического состава и конструкции.

Шумозащитная эффективность растительных экранов зависит от размещения насаждений. Наиболее целесообразно размещать их параллельно; при этом звуки на краях насаждений многократно отражаются и диффузно рассеиваются, что снижает силу шума.

Способностью поглощать шум обладают также газоны и вертикальное озеленение. Травяной покров способен снизить шум на 6 дБ. Зеленая масса лиан, покрывающая стены, увеличивает их звукопоглощающую способность в 6-8 раз, а также способствует рассеиванию звуковой энергии.

Таблица 22 – Эффективность снижения уровня транспортного шума полосами зеленых насаждений различной ширины, дендрологического состава и конструкции

Ширина полосы, м	Характеристика шумозащитной полосы	Эффективность снижения уровня шума за полосой зеленых насаждений, дБ
10	3-рядная посадка лиственных деревьев: клена остролистного, вяза обыкновенного, липы мелколистной, тополя бальзамического в рядовой конструкции посадок с кустарником в живой изгороди, или подлеском из клена татарского, спиреи калинолистной, жимолости татарской	5
15	4-рядная посадка лиственных деревьев: клена остролистного, липы мелколистной, тополя бальзамического в рядовой конструкции посадок с кустарником в двухъярусной живой изгороди и подлеском из карганы древовидной, спиреи калинолистной, калины гордовины, жимолости татарской.	7
15	4-рядная посадка хвойных деревьев: ели обыкновенной, лиственницы сибирской, в шахматной конструкции посадок с кустарником в двухъярусной живой изгороди из дерена белого, клена татарского, карганы древовидной, жимолости татарской.	11
20	5-рядная посадка лиственных деревьев: липы мелколистной, тополя бальзамического, вяза обыкновенного, клена остролистного в шахматной конструкции посадок с кустарником в двухъярусной живой изгороди и подлеском из спиреи калинолистной, боярышника сибирского, жимолости татарской.	8
20	4-рядная посадка хвойных деревьев: лиственницы сибирской, ели обыкновенной, шахматной конструкции посадок с кустарником в двухъярусной живой изгороди и подлеском из спиреи калинолистной, боярышника	13

	сибирского, карганы древовидной.	
25	5-рядная посадка лиственных деревьев: липы мелколистной, тополя бальзамического, вяза обыкновенного, клена остролистного в шахматной конструкции посадок с кустарником в двухъярусной живой изгороди и подлеском из дерена белого, клена татарского, боярышника сибирского.	9
30	7-8-рядная посадка лиственных деревьев: липы мелколистной, тополя бальзамического, вяза обыкновенного, клена остролистного в шахматной конструкции посадок с кустарником в двухъярусной живой изгороди и подлеском из дерена белого, клена татарского, боярышника сибирского, жимолости татарской	10

Задание 19:

Используя цифровой измеритель уровня звука AR 824. определите:

1. уровень шума у выбранной магистрали на расстоянии 1 м, 10 м.
  2. Уровень шума у входа в учебный корпус.
  3. уровень шума в учебной аудитории и других помещениях учебного корпуса
- Дайте заключение о соблюдении требований по уровню шума.

Задание 20:

1. Изучите структуру шумозащитной полосы около ближайшей полосы. Какова ширина полосы? Сколько рядов древесной растительности в ее составе? Есть ли кустарниковая растительность и подлесок? Какие виды древесно-кустарниковой растительности составляют шумозащитную полосу?

2. Измерьте уровень шума перед и после шумозащитной полосы. Установить его изменение. Совпадает ли фактическое снижение уровня шума на изучаемой магистрали со справочными значениями?

Самостоятельная работа

Изучите строение шумозащитной полосы на автомагистрали неподалеку от места вашего проживания. Опишите ее состав и структуру.

**1.3. Последствия антропогенного загрязнения окружающей среды и меры по ее охране**

**1.3.1. Занятие 13. Глобальные техногенные аварии и последствия антропогенной деятельности**

*Экологические кризисы и катастрофы в развитии биосферы*

*Катастрофой* называется неожиданное бедствие с тяжелыми последствиями. Экологическая катастрофа может вызвать гибель природных экологических систем, включая животных и человека, катастрофические изменения среды обитания / загрязнение воды, воздуха, почв и др./.

Природные катастрофические явления сопровождают всю историю биосферы и происходят в настоящее время, являясь закономерными этапами эволюции биосферы и геологического развития земной коры.

Катастрофические явления в биосфере можно систематизировать следующим образом:

1. Древние, доисторические экологические катастрофы в биосфере.
2. Экологические катастрофы в среде обитания человека.

Доисторические экологические катастрофы происходили до появления на Земле человека и создавали опасность существованию или вызывали гибель древних экологических систем. В современных экологических катастрофах также происходит уничтожение экологических систем. Катастрофы создают ущерб здоровью и вызывают гибель людей, а также приводят к разрушению среды обитания человека. В современных условиях к природным катастрофам добавились техногенные или антропогенные, причинами которых служит деятельность человека.

Представление об экологических катастрофах ввел в науку выдающийся французский ученый зоолог и основатель палеонтологии, иностранный почетный член Петербургской Академии наук Жорж Кювье. Ученый определил, что по ископаемым остаткам живых организмов можно установить хронологическую последовательность образования слоев осадочных пород горных и относительную древность вымерших животных.

Древние экологические катастрофы происходили в течение всей геологической истории Земли. Однако, с периодами катастроф связана не только массовая гибель определенных групп живых организмов, но и интенсивное формообразование, увеличивающее видовое разнообразие живых организмов в биосфере.

Самым страшным считается массовое вымирание животных 245 млн. лет назад, на границе палеозойской и мезозойской эры, когда исчезло свыше половины всех семейств живых организмов. Втрое меньше, на 75% сократилось разнообразие земной фауны в меловом периоде, когда произошло «великое мезозойское вымирание». Меловая катастрофа известна больше других, может быть потому, что с ней связана судьба динозавров. Существует множество гипотез, объясняющих почему погибли динозавры. Показательно, что все гипотезы со времен Ж.Кювье связывают исчезновение динозавров с изменением экологических условий среды обитания.

Основные исторические этапы взаимоотношения общества и природы, экологические кризисы и революции в истории человечества представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Экологические кризисы в развитии биосферы и цивилизаций (по Н.Ф. Реймерсу, 1990)

№	Название кризиса	Время	Причины кризиса	Пути выхода из кризиса
1	Предантропогенный (аридизации)	3 млн лет назад	Наступление засушливого периода (аридизация климата)	Возникновение прямых антропоидов
2	Обеднения ресурсов собирательства и промысла для человека	0-50 тыс. лет назад	Недостаток доступных первобытному человеку ресурсов	Простейшие биотехнические мероприятия типа выжигания растительности для обновления экосистем
3	Перепромысла крупных животных (кризис консументов)	10-50 тыс. лет назад	Уничтожение доступных крупных животных человеком-охотником	Переход к примитивному земледелию, скотоводству
4	Примитивного поливного земледелия	1,5-2 тыс. лет назад	Примитивный полив, сопутствующие ему истощение и засоление почв	Переход к неполивному (богарному) земледелию

5	Недостатка растительных ресурсов и продовольствия (кризис продуцентов)	150-250 лет назад	Истощительное землепользование, отсталые технологии	Промышленная революция, новые технологии в сельском хозяйстве
6	Глобального загрязнения среды и угрозы истощения ресурсов (кризис редуцентов)	30-50 лет назад по настоящее время	Истощительное природопользование, многоотходные технологии	Энергосберегающие технологии, безотходное производство, поиск экологически приемлемых решений
7	Глобальный термодинамический (теплогового загрязнения)	Начался и прогнозируется	Выделение в среду большого количества тепла, особенно из внутренних источников, парниковый эффект	Ограничение использования энергии, предотвращение парникового эффекта, поиск решений
8	Глобального истощения надежности экологических систем	Первые признаки и прогноз	Нарушение экологического равновесия в масштабах планеты	Приоритет экологических ценностей перед всеми другими, поиски решений

### *Чрезвычайные ситуации и их классификация*

Опасности и угрозы в природной и техногенной сферах реализуются, когда характеристики природных процессов и явлений, параметры производственных и других техногенных процессов достигают и превышают определенный критический предел, после чего природный или техногенный процесс выходит из нормального состояния. Это может сопровождаться разрушительным или другим негативным воздействием на окружающую среду, приводящим к природному или техногенному бедствию различной интенсивности и масштаба – источнику чрезвычайной ситуации, обуславливающему возникновение чрезвычайной ситуации природного, техногенного или экологического характера. Как отмечалось выше, чрезвычайная ситуация – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которая может повлечь за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей (рисунок 13).

Таким образом, результатом чрезвычайных ситуаций является наносимый ими вред, урон. Этот вред выражается через последствия природного и техногенного бедствия, под которыми понимается результат воздействия поражающих и других факторов, сопровождающих бедствие, на человека, объекты экономики, социальную сферу, окружающую природную среду, а также изменения обстановки, произошедшие вследствие этого.

Чрезвычайные ситуации природного, техногенного и экологического характера классифицируются по различным признакам, описывающим эти явления со всевозможных характерных сторон их природы и свойств.

Для практических нужд общую классификацию чрезвычайных ситуаций, как правило, осуществляют по типам лежащих в их основе чрезвычайных событий, их источникам, важнейшим показателям их проявления. Кроме основного признака при осуществлении классификации нередко используют признаки принадлежности, причинности и масштаба.

Говоря о классификации чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и экологического характера, хотелось бы, прежде всего, отметить, что важными особенностями процессов возникновения и развития чрезвычайных ситуаций являются

многообразие и неповторимость их проявления, динамика которых может быть условно представлена в виде ряда типовых стадий развития (предварительная, первая, вторая и третья).

*На предварительной* стадии возникновения чрезвычайной ситуации образуются и нарастают предпосылки к возникновению природного, техногенного или экологического бедствия, накапливаются отклонения от нормального состояния или процесса.

*На первой стадии* происходит инициирование природного, техногенного или экологического бедствия и последующее развитие процесса чрезвычайного события, во время которого оказывается воздействие на людей, объекты экономики, инфраструктуры и природную среду.

*На второй стадии* осуществляется ликвидация последствий природного, техногенного или экологического бедствия, ликвидация чрезвычайной ситуации. Этот период в некоторых случаях может начинаться до завершения первой стадии. Ликвидация чрезвычайной ситуации заканчивается, как правило, с переходом пострадавшей территории, ее хозяйственных и социальных структур и населения на повседневный режим жизнедеятельности.

На третьей стадии осуществляется ликвидация долговременных последствий природного, техногенного или экологического бедствия. Она имеет место только тогда, когда последствия этих чрезвычайных событий требуют для своей полной ликвидации продолжительных по времени усилий, которые являются важной составной частью социально-экономической деятельности по обеспечению стабильности и развития соответствующего региона.

Наглядными примерами долговременных последствий природных и техногенных бедствий могут служить обширные разрушения зданий и сооружений при сильных землетрясениях (Армения – 1988 г., Сахалин – 1995 г.) или радиоактивные загрязнения долгоживущими радиоизотопами огромных территорий России в результате аварии на Чернобыльской АЭС (Украина). Подобные последствия устраняются вне рамок работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций, в режиме повседневного функционирования хозяйственной и социальной сферы на пострадавшей территории, при нормальной жизнедеятельности населения, в порядке реализации, как правило, специальных целевых программ по восстановлению и развитию, иногда – в течение длительных сроков.

Поражающие воздействия, оказываемые при чрезвычайных ситуациях, могут иметь различный характер: механический, тепловой, химический, радиационный, электромагнитный, акустический, биологический, информационный.

При механическом воздействии в результате действия кинетической энергии возникают разрушения или повреждения биологических организмов, материальных объектов, природных ландшафтов. Это наиболее распространенный вид воздействия при природных и техногенных бедствиях. Примерами поражающих факторов механического характера могут быть воздушная и гидродинамическая ударные волны и потоки, сейсмические толчки, воздействие масс породы и снега, падающих конструкций, разлетающихся осколков и т.п.

При тепловом воздействии происходят воспламенение, сгорание, обугливание, ожоги, удушье продуктами сгорания. Основные поражающие факторы здесь - пламя, высокие температуры и отравляющее действие продуктов сгорания.

Следствиями радиационного воздействия являются ионизация клеточных структур организмов, лучевая болезнь, другие, в том числе генетические изменения в живых тканях, изменения в материалах, радиоактивное загрязнение различных объектов и природной среды. Основным поражающим фактором при радиационном воздействии ионизирующее излучение.

Химическое воздействие вызывает отравление и ожоги организмов, заражение суши, воды и воздуха, различных материальных объектов, в т. ч. продуктов питания,

сельскохозяйственного сырья и фуража, а также долговременные нарушения в органах и системах организмов. Основным поражающим фактором при этом является отравляющее действие аварийно химически опасных веществ.

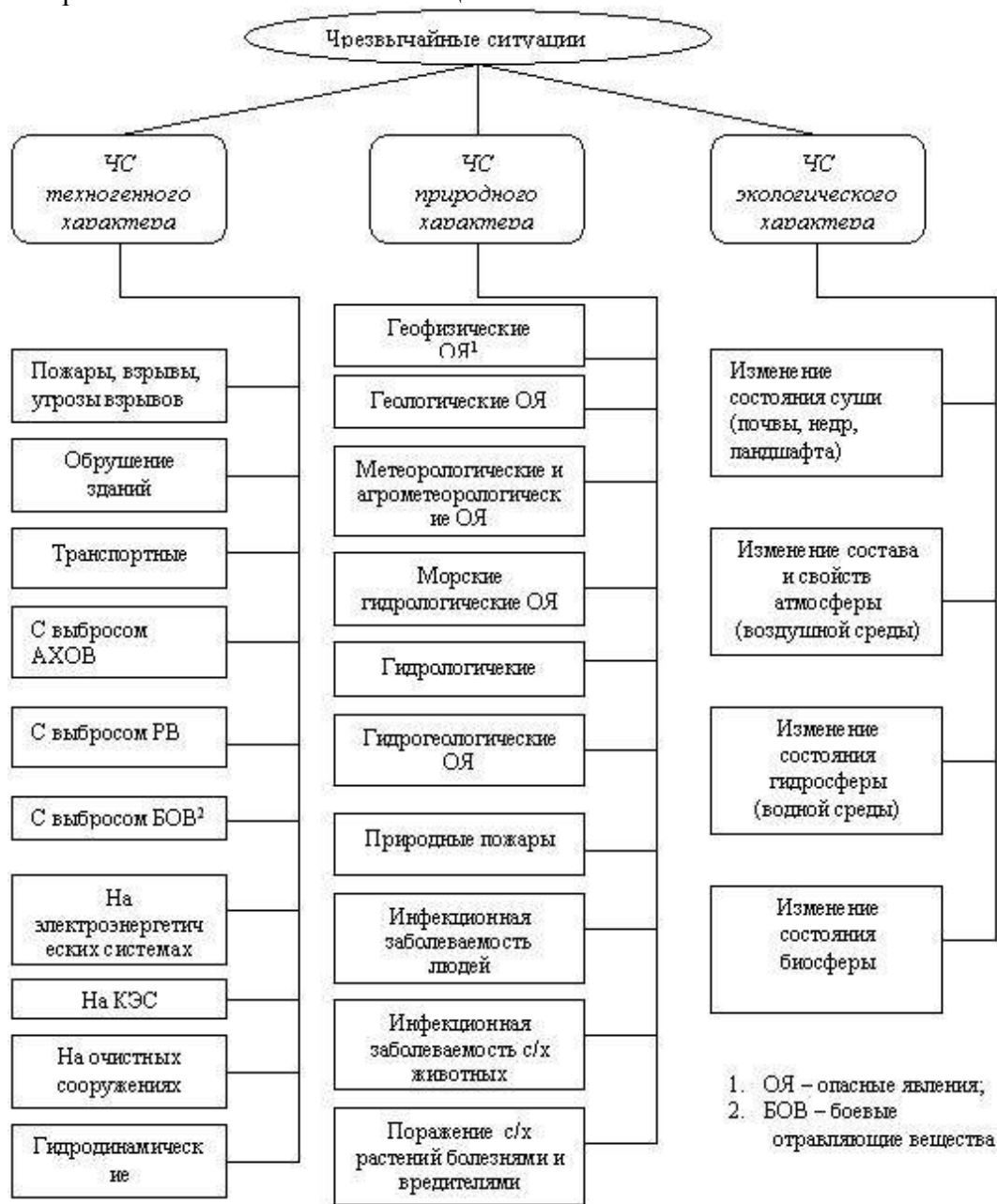


Рисунок 13 – Типы и виды чрезвычайных событий, обуславливающих возникновение чрезвычайных ситуаций.

При электромагнитном воздействии происходят структурные изменения в живых тканях, искусственных и природных материалах, в том числе разрушение (повреждение) клеток организмов, ожоги тел, изменение свойств материалов, воспламенение, обугливание, оплавление, испарение их поверхности. Поражающими факторами при этом являются сильные электромагнитные поля или мощный электромагнитный импульс. Для этого вида воздействия характерны вывод из строя электрических, электронных, оптических систем и оборудования. Возможно также влияние на здоровье, психику и репродуктивную функцию человека.

Акустическое воздействие, как правило, возникает при взрывах и сильном шуме (грохоте), сопровождающем некоторые стихийные бедствия. Оно в основном оказывает психологическое угнетающее и деморализующее влияние на человека. Механическое акустическое воздействие на объекты возможно лишь при больших интенсивностях звука, особенно низкой частоты.

Биологическое воздействие возникает вследствие распространения природных инфекций, несанкционированной утечки или преднамеренного распыления болезнетворных микроорганизмов, токсинов и других биологически опасных веществ. Оно заключается в заражении организмов, местности, растительности, воды, продуктов питания, сельскохозяйственного сырья, фуража болезнетворными организмами и веществами, возникновении инфекционной заболеваемости людей, животных и растений, в т. ч. в форме эпидемий, эпизоотий, эпифитотий. Сюда же может быть отнесено воздействие на сельскохозяйственные растения массово распространившихся сельскохозяйственных вредителей.

Информационное воздействие имеет своим источником материалы средств массовой информации, пропаганду, агитацию, рекламу, впечатления от происходящих негативных событий, в том числе страданий людей. В результате возникает стимулирующее или подавляющее воздействие на психо-эмоциональную сферу человека. Информационное воздействие может оказать мобилизующее или деморализующее влияние, породить стрессы, страх, панику.

Одной из основных характеристик любой возникающей чрезвычайной ситуации природного и техногенного характера является ее масштаб, который характеризуется, прежде всего, размерами зоны чрезвычайной ситуации. Как правило, при определении масштаба учитывается также тяжесть последствий, главными составными частями которых являются потери и ущерб.

Иногда, несмотря на малые размеры зоны чрезвычайной ситуации, тяжесть ее последствий может быть весьма значительной и трагичной.

Понятие масштаба чрезвычайной ситуации включает в себя и возможные косвенные последствия. Они могут представлять собой нарушения организационных, социальных, экономических и других важных связей, действующих порой на расстояниях, значительно превосходящих размеры зоны чрезвычайной ситуации.

В свою очередь, масштаб чрезвычайной ситуации предопределяет состав сил и средств, количество привлеченных ресурсов, позволяющих осуществить ликвидацию чрезвычайной ситуации.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 13 сентября 1996 г. № 1094 в зависимости от количества пострадавших людей, размера материального ущерба, а также границ зон распространения поражающих факторов произведена классификация чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, в наиболее общем виде представленная в табл.16.

В целях учета специфики чрезвычайных ситуаций определенного характера вводятся дополнительные уточняющие показатели. Так, например, постановлением Правительства Российской Федерации от 21 августа 2000 г. № 613 введена следующая классификация чрезвычайных ситуаций, обусловленных разливами нефти и нефтепродуктов, в зависимости от объемов и площади разлива:

- локального значения – 100 тонн разлившихся нефти и нефтепродуктов, площадь разлива охватывает территорию объекта;
- местного значения – 500 тонн разлившихся нефти и нефтепродуктов, площадь разлива охватывает территорию населенного пункта, в котором расположен объект;
- территориального значения – 1000 тонн разлившихся нефти и нефтепродуктов, площадь разлива охватывает территории субъекта Российской Федерации;



- регионального значения – 5000 тонн разлившихся нефти и нефтепродуктов, площадь разлива охватывает территории двух субъектов Российской Федерации;
- федерального значения – более 5000 тонн разлившихся нефти и нефтепродуктов, площадь разлива охватывает территории более двух субъектов Российской Федерации.

Эта классификация нашла более широкое использование сегодня при оценке фактов разлива нефти и нефтепродуктов, планировании и осуществлении мероприятий по их ликвидации.

При оценке экологической обстановки и последствий в регионе, зоне или на определенной территории во всех случаях, в том числе и тогда, когда ее формирование обусловлено техногенными факторами, в качестве «фона» принимается относительно удовлетворительное (благополучное) состояние окружающей среды экологическое неблагополучие оценивают с двух позиций: состояние природной среды; состояние среды обитания и здоровья населения.

### Задание 21.

Решите ситуационную задачу. Ответьте на вопросы.

Активное применение ДДТ для борьбы с вредными насекомыми в странах Европы и в России привело к тому, что менее чем через 6 месяцев он стал обнаруживаться в крови пингвинов Антарктики. Что собой представляют пестициды? Какая опасность скрывалась в «чудо-оружии» 20 века дихлордифенилтрихлорэтане (ДДТ)? Что такое канцерогенный, мутагенный и тератогенный эффекты действия пестицидов?

1. Пестициды:
2. Проблемы, возникшие при использовании ДДТ
3. Канцерогенный эффект
4. Мутагенный эффект
5. Тератогенный эффект

### Задание 22 .

Решите ситуационную задачу. Ответьте на вопросы.

При изготовлении аэрозолей и производстве холодильного оборудования, в атмосферу поступает большое количество хлорфторуглеродов, которые в стратосфере разлагаются солнечной радиацией с образованием атомарного хлора. Хлор катализирует превращение озона в кислород. За последние 50 лет число раковых и кожных заболеваний у человека увеличилось, как минимум, в 3 раза. В чем опасность разрушения озонового слоя для всего живого?

### Самостоятельная работа:

Подготовьте доклад и презентацию на тему: «Глобальные техногенные аварии и последствия антропогенной деятельности».

## **1.3.2. Занятие 14. Определение опасности загрязняющих веществ. Последствия загрязнений**

### *Определение опасности загрязняющих веществ*

Опасность  $i$ -того загрязнения рассчитывается по формуле 16:

$$D_i = V_i \cdot \frac{W_i}{N_i}, \quad (16)$$

где  $D_i$  – величина техногенной опасности для нормального состояния водоема, выраженная в тыс. м<sup>3</sup> чистой воды, необходимых для устранения опасности- разбавления стоков;

$V_i$  – объем загрязненного стока, тыс. м<sup>3</sup>;

$W_i$  – величина нарушения – концентрация максимально опасного загрязнителя в стоке, мг/л

$N_i$  – ПДК максимально опасного загрязнителя в водоеме для рыбохозяйственного назначения, мг/л

Задание 23:

1. По таблице 24 рассчитайте величину техногенной опасности сточных вод и сделайте заключение по полученным результатам. (ПДК свинца в водоемах рыбохозяйственного направления – 0,1 мг/л). Результаты занесите в таблицу 25.

Таблица 24 – Объемы сточных вод и их состав по вариантам

год	$V_i$		Состав сточных вод							
	м <sup>3</sup> /с	м <sup>3</sup> /ч	Взвеш. вещ-ва	Сухой остаток	хлориды	сульфаты	БПК <sub>полн</sub>	Нитрохлорбензол	Pb	бензол
2001	0,5	1800	45	320	210	80	85	0,3	2,0	1,0
2002	0,3	1080	40	295	200	76	82	0,4	1,05	1,2
2003	0,4	1440	38	225	180	75	70	0,1	1,02	1,4
2004	0,1	360	36	150	150	70	65	0,5	1,08	1,0
2005	0,6	2160	48	385	225	82	88	0,6	1,06	1,5
2006	0,7	2520	55	360	250	100	95	0,8	2,2	1,6
2007	0,8	2880	60	345	280	125	100	0,9	2,3	1,9
2008	0,9	3240	62	385	290	150	116	1,0	2,5	1,8

Таблица 25 – Величина техногенной опасности

Год	Концентрация свинца	Величина техногенной опасности
2001		
2002		
2003		
2004		
2005		
2006		
2007		
2008		

2. Постройте график динамики концентрации свинца и сделайте вывод по результатам работы.

3. Постройте график зависимости величины техногенной опасности от концентрации свинца в сточных водах.

*Изменение элементов климата в районах развитой промышленности*

В городах, особенно крупных, существует особый микроклимат. Большая часть территории города имеет искусственную и твердую поверхности: асфальт, бетон, кирпич, камень, стекло, которые не могут впитывать атмосферную влагу, и все выпадающие осадки

удаляются через стоки, что приводит к иссушению не только самой поверхности, но и воздуха города. Сухость атмосферы больших городов подтверждается более низкой (абсолютной и относительной) влажностью и очень редкими туманами. В городе всегда теплее по сравнению с пригородом в любое время года.

Причина этого – выброс в атмосферу большого количества тепла: отопительные системы, промышленные и бытовые предприятия, прогреваемые здания, асфальт улиц и, конечно, автотранспорт. Любой достаточно большой город с высотной жилой застройкой, высоким промышленным потенциалом и большим количеством жителей является «островом тепла». Разность температур воздуха в городе и пригороде может достигать десятков градусов и возрастать постепенно от пригорода к центру города. Чем менее озеленен город и чем меньше в нем водоемов, тем меньше испарение, поглощающее тепло из воздуха. Температурное поле в городе довольно пестрое. Это связано в первую очередь с многообразием условий облучения прямыми солнечными лучами. В результате вертикальной архитектуры городские застройки зданий затеняют улицы и друг друга.

В городском микроклимате немаловажную роль играет ветер.

Именно в городах есть улицы, направление которых совпадает с преобладающим направлением ветров, где скорость их всегда велика. В то же время в защищенных от ветра дворах всегда тихо. Кроме того, именно ветровому перемешиванию и выносу примесей от источника их выброса принадлежит главная роль в загрязнении воздуха.

Особенности городской территории определяются факторами формирования микроклимата города:

- изменение рельефа, обусловленное городской застройкой;
- различие теплофизических свойств поверхностей элементов городской застройки и природного окружения;
- различие в альбедо подстилающих поверхностей территории города и окрестностей;
- искусственные потоки тепла;
- загрязнение воздуха;
- снижение испарения из-за асфальтовых покрытий и зарегулированности стока атмосферных осадков;
- резкое уменьшение площади поверхности с растительным покровом и естественной почвой и др.

*Ветровой режим микроклимата города.* Элементы городской застройки и зеленые насаждения изменяют скорость ветра и его направление. Обычно скорость ветра в городе меньше, чем за его пределами. Усиление ветра возможно при расположении города на холмах или при совпадении направления ветра с направлением улиц. Движение воздуха, называемое термическим проветриванием, возникает между городом и его окрестностями, между зеленым массивом и территорией застройки, между нагретой солнцем и затененной частью улиц. Наличие водоемов способствует формированию местной циркуляции, подобной бризам. Воздух движется от водоемов к застройке.

Ветровой режим приземного слоя воздуха в условиях городской застройки принято называть аэрационным режимом. Аэрационный режим считается комфортным, если скорости ветра на территории застройки находятся в пределах от 1 до 5 м/с. Участки городской территории, где скорость ветра меньше 1 м/с, относятся к непроветриваемым, а более 5 м/с – к зонам продувания. Непроветриваемые участки городской территории, или зоны застоя воздуха, создают антисанитарное состояние. Зоны продувания дискомфортны для человека.

Все мероприятия по регулированию ветрового режима должны быть направлены на смягчение микроклимата, в первую очередь, на участках детских дошкольных учреждений и школ, в зонах отдыха, на основных пешеходных путях. Одним из наиболее эффективных приемов ветрозащиты жилой территории является устройство специальных ветрозащитных

экранов. Такие экраны должны иметь достаточную протяженность, специфическую объемно-планировочную структуру. Размер «ветровой тени» – пространства с зонами затишья и ослабленными потоками воздуха, образуемого с подветренной стороны здания, – составляет 4–6 высот такого здания. При этом полное восстановление первоначальной скорости ветра наблюдается за зданием на расстоянии 10 высот.

Из-за сравнительно небольших размеров «ветровой тени» на жилых территориях необходимо применять многократную постановку ветрозащитных экранов по глубине застройки, создавая так называемые аэродинамические группы. Глубина аэродинамической группы определяется размерами основного ветрозащитного здания и равна 11–12 его высотам, что обуславливает определенные приемы архитектурно-планировочной организации жилой территории, в том числе:

- создание непрерывной системы преград ветровому потоку в виде застройки и озеленения;

- членение больших по размерам открытых пространств посадками зеленых насаждений и элементами благоустройства. Максимальный размер открытых пространств не должен превышать 8–10 высот застройки;

- расположение широких улиц перпендикулярно к преобладающему направлению пыльных ветров, озеленение улиц в целях снижения силы ветров и запыленности воздуха;

- применение конструкций, обладающих высокими пылезащитными свойствами.

Зеленые насаждения обуславливают аэрацию городских территорий. Открытые участки городской застройки днем нагреваются сильнее, чем озелененные, что приводит к возникновению восходящих потоков воздуха и перемещению прохладного воздуха на неозелененные территории. Ночью озелененные участки охлаждаются медленнее, чем оголенная земля и искусственные поверхности, поэтому возникает обратный процесс, способствующий проветриванию зеленых массивов. Вертикальные потоки уносят с собой частицы пыли и газообразные загрязняющие вещества, улучшая санитарно-гигиеническое состояние городских улиц.

Зеленые насаждения могут выполнять функцию ветрозаграждения. Полоса деревьев высотой 10 м, расположенных в 5 рядов, способна ослабить скорость ветра вдвое, причем на расстоянии 60 м. В жилых районах, находящихся под влиянием ветрозащитных свойств леса, отмечено снижение на 20–30% расходов на отопление.

*Радиационный режим.* Как уже указывалось, основные поверхности города, состоящие из асфальта, бетона, металла, слабо отражают радиационную энергию солнца. Растения, обладающие некоторой прозрачностью, часть лучистой энергии пропускают, часть поглощают, а остальное – отражают, причем отражение солнечной энергии листвой в несколько раз превышает отражение твердыми городскими поверхностями.

Тень от деревьев и кустарников защищает человека от избытка прямого и отраженного солнечного тепла. В средних широтах температура поверхности в зоне зеленых насаждений на 12–14°C ниже температуры стен и мостовых. В тени деревьев в жаркий день температура воздуха на 7–8°C ниже, чем на открытом месте.

Если в летний день температура воздуха на улице выше 30°C, то в сквере микрорайона она не будет превышать 22–24°C. Температуру воздуха способны снижать даже травянистые газоны: в жаркий день на дорожке у газона температура воздуха на высоте роста человека почти на 2,5°C ниже, чем на асфальтированной мостовой. Суммарная солнечная радиация под кроной отдельных видов деревьев почти в 9 раз меньше, чем на открытом пространстве.

Гигиеническое значение зеленых насаждений состоит в том, что они значительно понижают тепловую радиацию, поэтому тепловые ощущения человека ближе к комфортным именно среди зелени.

*Влажностный режим микроклимата города.* Положительно влияет на теплоощущения человека не только оптимальная температура воздуха, но и его влажность – различные комбинации температуры, относительной влажности и скорости ветра создают одинаковые восприятия теплового эффекта. Повышение относительной влажности воздуха ощущается в большинстве случаев как понижение температуры, например, повышение влажности на 15 % воспринимается человеческим организмом как понижение температуры на 3,5°C. Освежающий эффект одного растущего в благоприятных условиях дерева эквивалентен эффекту 10 комнатных кондиционеров.

Увеличение относительной влажности воздуха связано с испаряющей способностью растительного покрова. Изменения температуры и относительной влажности воздуха проявляются в непосредственной близости от городских зеленых насаждений, которые практически не оказывают существенного влияния на отдаленную территорию. При изолированном размещении насаждений и компактной городской застройке изменения температуры и влажности воздуха наблюдаются на расстоянии 70-100 м, а при объединении городских и загородных насаждений в единую систему в сочетании со свободной застройкой – на 200-300 м. Для повышения эффективности влияния зеленых насаждений на микроклимат прилегающих территорий рекомендуется создавать в городах зеленые полосы шириной 75-100 м через каждые 400-500 м.

*Проектирование рельефа* и умелое использование существующего связано с формированием микроклимата территории на отдельных участках. Так, насыпка валов и горок со стороны неблагоприятных ветров способствует защите участка от сквозняков; склоны южной экспозиции наиболее благоприятны для размещения площадок для отдыха, произрастания соответствующей растительности.

Огромна роль зеленых насаждений в очистке воздуха городов. Задерживая потоки воздуха, растения поглощают содержащиеся в нем загрязняющие вещества – мелкодисперсные аэрозоли и твердые частицы, а также газообразные соединения, поглощаемые растениями или не включающимися в метаболизм растительными тканями. Процесс фильтрации воздуха можно разделить на две фазы: задержание газов и аэрозолей и взаимодействие их с растениями.

Очень хорошо улавливают пыль газоны: листовая поверхность травы высотой 10 см на газоне площадью 1 м<sup>2</sup> достигает 20 м<sup>2</sup>. Трава задерживает в 3-6 раз больше пыли, чем не покрытая зеленью земля, и в 10 раз больше, чем дерево. Даже сравнительно небольшие участки насаждений, занимающие незначительную часть квартала, снижают в летнее время запыленность городского воздуха на своей территории на 30-40 %.

**Задание 24:** Перечертите таблицу 26 и проанализируйте данные.

Таблица 26 – Изменение элементов климата в районах развитой промышленности

Элемент климата	Изменение
наличие в воздухе частиц, являющимися ядрами конденсации	в 10 раз больше
наличие в воздухе газовых примесей	в 5-25 раз больше
количество облаков	на 5-10 % больше
туманы зимой летом	на 100 % больше на 30 % больше

осадки всего число дней с осадками менее 5мм снегопады	на 5-10 % больше на 10 % больше на 5 % больше
относительная влажность зимой летом	на 2 % меньше на 8 % меньше
солнечное излучение всего ультрафиолетовое зимой летом продолжительность солнечного сияния	на 15-20 % меньше на 30 % меньше на 3 % меньше на 5-10 % меньше
температура Среднегодовая Зимний минимум	на 0,5-1,0 °С выше на 1,0-2,0 °С выше
скорость ветра среднегодовая экстремальные порывы штили	на 20-30 % меньше на 10-20 % меньше на 5-20 % больше

*Определение коэффициента загрязнения пресной воды*

Задание 25:

1. Определите коэффициент загрязнения воды сточными водами ( $G_{ж}$ ) ( $j$ ) района, в котором расположены нефтеочистительные заводы, а также предприятия, обрабатывающие кожу, изготавливающие бумагу и пластмассовые изделия. Сточные воды сбрасываются частично в городскую канализацию (около 20 %), а оставшаяся часть направляется в реку без существенной очистки. Состав сточных вод отражен в таблице 27.

2. Определите степень загрязнения среды.
3. Сделайте заключение по результатам работы.

Таблица 27 – Определение коэффициента загрязнения пресной воды

№ загрязнителя, м	Исходные данные (легенда)				Расчетные данные		результат
	Загрязнители	Плотность загрязнения воды в реке, мг/л, N	Вес загрязнителя в ранжированной последовательности, F (j)	Физиологическая норма для рыб, мг/л, Ф	Отношение, $\frac{\sigma}{\Phi} = \frac{N}{F}$	Произведение, $\sigma F(j)$	
1	фенол	15	0,992	2,2			
2	фтористые соединения	0,8	0,984	0,3			
3	углеводороды	16	0,960	3,0			
4	коагулированные	11,2	0,864	6,0			

	смолы						
5	детергенты	20	0,626	11,0			
	итого						

Методика расчета:

1. Рассчитать отношение  $\sigma = \frac{N}{F}$ .
2. Определить произведение  $\sigma F(j)$ .
3. Определить  $\sum \sigma F(j)$ .
4. Рассчитать коэффициент загрязнения по формуле:

$$G_{n-z}(j) = \frac{\sum \sigma F(j)}{\sum F(j)} \quad (17)$$

5. Определить степень загрязнения среды по приложению и сделать вывод по результатам работы.

### 1.3.3. Занятие 15. Радиационные аварии и катастрофы. Последствия радиационного загрязнения

В настоящее время почти в 30 странах мира эксплуатируется 450 атомных энергоблоков общей мощностью 350 ГВт.

За всю историю атомной энергетики, начиная с 194 года, во всем мире было зарегистрировано около 300 аварийных ситуаций (за исключением СССР). В СССР, кроме Чернобыльской АЭС, другие аварии были неизвестны. Данные о наиболее крупных выбросах приведены в таблице 28.

Таблица 28 – Выбросы радиоактивных веществ, представляющие угрозу для окружающей среды и человека

Год, место	Причина	Активность, МКи	Последствия
1957, Южный Урал	взрыв хранилища с высокоактивными отходами	20,0	загрязнено 235 тыс. км <sup>2</sup> территории
1957, Англия, Уиндскейл	сгорание графита во время отжига и повреждение ТВЭлов	0,03	радиоактивное облако распространилось на север до Норвегии и на запад до Вены
1945-1989	произведено 1820 ядерных взрывов, из них 483 в атмосфере	40,0 по Cs <sup>137</sup> и Sr <sup>90</sup>	загрязнение атмосферы и по следу облака
1964	авария спутника с ЯЭУ	-	70 % радиоактивных веществ выпало в Южном полушарии
1966, Испания	разброс ядерного топлива двух водородных бомб	-	точные сведения отсутствуют
1979, США	срыв предохранительной мембраны первого контура теплоносителя	0,043	выброс 22,7 тыс. т. Загрязненной воды, 10 % радиоактивных веществ выпало в атмосферу
1986, СССР, Чернобыль	взрыв и пожар четвертого энергоблока.	50	

### Задание 26.

Решите ситуационную задачу. Ответьте на вопросы.

Во время Чернобыльской аварии радиоактивные частицы поднялись на высоту 6 км. Атмосферными потоками они в первый же день распространились над Украиной и Белоруссией. Затем облако разделилось – одна его часть на 2-4 день оказалась над Польшей и Швецией, спустя еще 3 дня пересекла Европу, и на 10-й день достигла Турции, Ливана, Сирии; другая часть облака за неделю пересекла Сибирь, на 12-й день оказалась над Японией, на 18-й день посетила Северную Америку. Что такое радионуклиды и каково их действие на живые организмы?

### Самостоятельная работа:

1. Опишите последствия аварии на Чернобыльской АЭС.
2. Найдите сведения по атомной аварии, произошедшей в Японии, и занесите в таблицу (Раздел 2.4.3., задание 9).
3. Заполните таблицу 2, используя данные различных источников.
4. Ответьте на вопрос: каковы основные неблагоприятные последствия радиационных аварий и катастроф.

Таблица 21 – Выбросы радиоактивных веществ, представляющие угрозу для окружающей среды и человека

Год, место	Причина	Активность, МКи	Последствия
Чернобыль			
Фукусима			

## **1.4. Методы и средства контроля загрязнений окружающей среды**

### **1.4.1. Занятие 16. Методы эколого-аналитического контроля. Лабораторные методы контроля загрязняющих веществ**

Занятие проводится в виде публичного выступления. Выступление сопровождается демонстрационными материалами в виде презентаций.

#### Примерные темы докладов:

1. Биотестирование;
2. Хроматография;
3. Потенциометрия;
4. Кондуктометрия;
5. Эмиссионная пламенная фотометрия;
6. Ионметрия;
7. Атомно-абсорбционная спектрометрия;
8. Флуориметрия;
9. Турбидиметрия;
10. Фотометрия;
11. Гравиметрия;
12. Титриметрия;
13. Радиометрия;
14. Инверсионная вольтамперометрия;
15. ИК-спектрофотометрия.



### План выступления

1. Характеристика метода;
2. Характеристика используемых приборов и оборудования;
3. Направления применения метода.

### *Контактные методы контроля*

Контактные методы контроля состояния окружающей среды представлены как классическими методами химического анализа, так и современными методами инструментального анализа. Классификация контактных методов контроля приведена на рис. 1..

Наиболее применяемые спектральные, электрохимические и хроматографические методы анализа объектов окружающей среды



*Рис. 1 - Структура контактных методов наблюдения и контроля за состоянием окружающей среды*

Общая схема контроля включает этапы: **1)** отбор пробы; **2)** обработка пробы с целью консервации измеряемого параметра и её транспортировка; **3)** хранение и подготовка пробы к анализу; **4)** измерение контролируемого параметра; **5)** обработка и хранение результатов.

Пробоотбор зачастую предопределяет результаты анализа, так как возможно загрязнение пробы в процессе её отбора, особенно когда речь идёт об измерении ничтожно малых количеств загрязняющего вещества. Здесь важен и выбор места и средства отбора, и чистота пробоотборников и тары для хранения пробы.

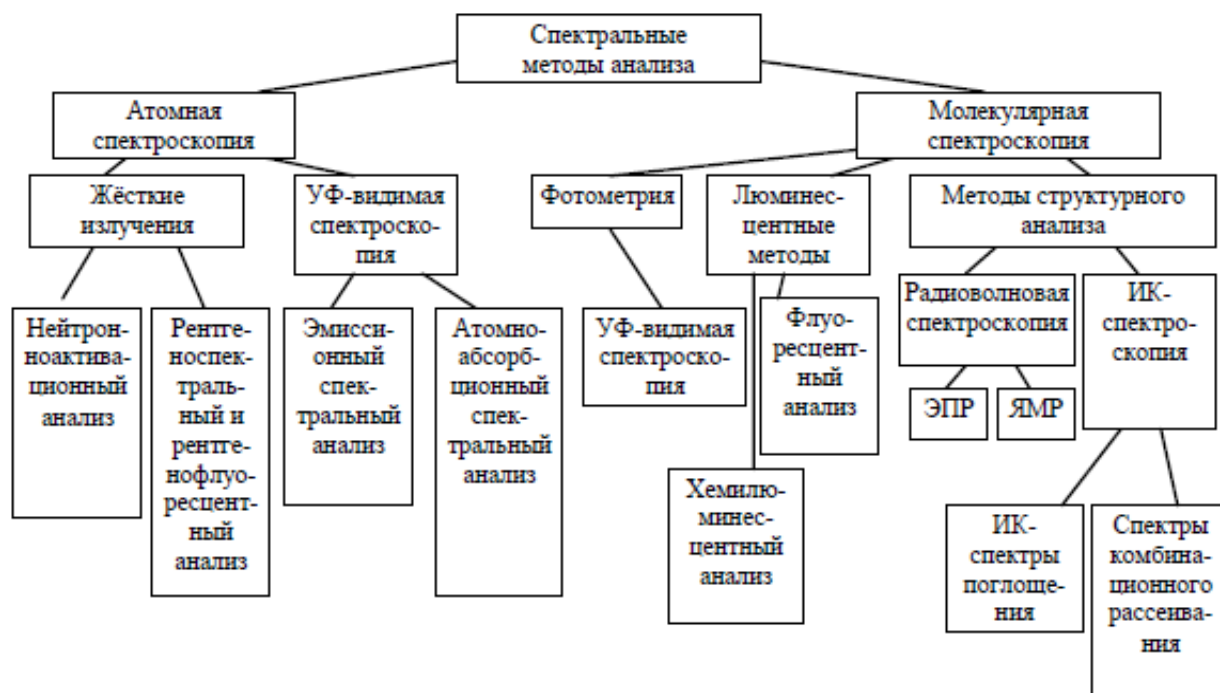


Рис. 2 - Спектральные методы анализа объектов окружающей среды



Рис. 3 – Электрохимические методы анализа окружающей среды



Рис 4 – Хроматографические методы анализа загрязняющих веществ

Эффективность любого метода наблюдений и контроля за состоянием объектов окружающей среды оценивается следующей совокупностью показателей:

- селективностью и точностью определения;
- воспроизводимостью получаемых результатов;
- чувствительностью определения;
- пределами обнаружения элемента (вещества);
- экспрессностью анализа.

Основным требованием к выбранному методу является его применимость в широком интервале концентраций элементов (веществ), включающих как следовые количества, в незагрязнённых объектах фоновых районов, так и высокие значения концентраций в районах технического воздействия.

#### Задание 27

Законспектируйте основные моменты публичных выступлений. Используйте данный материал для выполнения других заданий.

#### Задание 28

Используя конспекты и справочные материалы, заполните таблицу 3. «Назначение лабораторного оборудования и приборов контроля загрязнений окружающей среды»

Таблица 3 – Назначение лабораторного оборудования и приборов контроля загрязнений окружающей среды

Оборудование	Назначение	Марка (1-2 примера)
Газоанализатор		
Метеостанция		
Аспиратор		
Метеометр		
Анализатор газортутный		
Дозиметр-радиометр		
Спектрофотометр		
Терморектор		
Мутномер		

Анализатор содержания нефтепродуктов		
Кондуктометр		
Солемер		
pH-метр		
Пробоотборник для жидких сред		
Пробоотборники для почв		
Пробоотборник Бикера		
Шумомер		
Универсальный измеритель напряженности и потенциала электростатического поля		
Прибор для измерения параметров электромагнитных полей промышленной частоты		
Магнитометр		
Люксметр		
Счетчик аэроионов малогабаритный		

Задание 29.

Используя конспекты и справочные материалы, заполните таблицу 4. «Приборы и оборудование лабораторного контроля»

Таблица 4 – Приборы и оборудование лабораторного контроля

Метод лабораторного контроля	Приборы и оборудование

#### 1.4.2. Занятие 17. Хроматография. Хроматограммы. Устройство хроматографа

*Хроматограф* – это прибор, который используется для хроматографического разделения и анализа смесей веществ.

Различают *газовые* и *жидкостные* хроматографы в соответствии с состоянием используемой подвижной фазы. Наиболее широко в хроматографах используется метод проявительной хроматографии.

*Принцип работы газового хроматографа* определяется назначением прибора, предназначенного для процедур хроматографического разделения и последующего анализа различных смесей веществ. Конструктивно прибор включает в себя:

- систему для ввода исследуемых проб (смесей веществ),
- хроматографическую колонку, детектирующее устройство,
- систему регистрации,
- систему термостатирования,
- различные приспособления для отбора,
- устройства для приема разделенных компонентов.

В общем виде, устройство и принцип работы газового хроматографа можно представить следующим образом (рисунок 14). С помощью устройства ввода в хроматограф, в поток газа-носителя вводится определенное количество анализируемой смеси в газообразном или жидком состоянии.

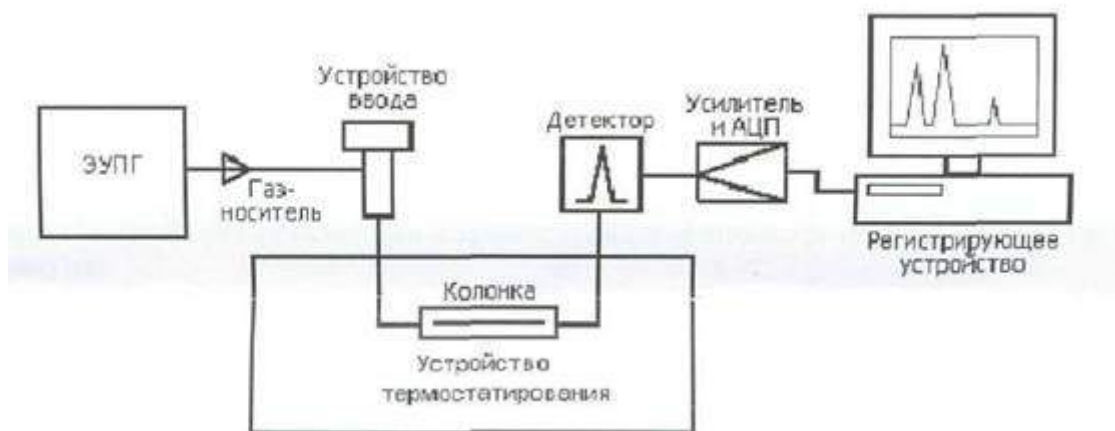


Рисунок 14 – Схема устройства хроматографа.

Ввод в устройство ввода определенного количества анализируемой смеси позволяет выполнить дозирующее устройство, в качестве которого чаще всего применяются микрошприц или газовый кран-дозатор. В устройстве ввода жидкие пробы испаряются и поступают в хроматографическую колонку.

В хроматографической колонке осуществляется разделение смеси на отдельные компоненты. При разделении одновременно протекают процессы сорбции-десорбции веществ между неподвижной и подвижной фазами. При этом вещества, слабо сорбируемые неподвижной фазой, будут продвигаться по колонке с большей скоростью и наоборот.

Из колонки разделенные компоненты смеси вместе с газом-носителем (элюат) попадают в детектор, который регистрирует вещества, отличающиеся по физическим или физико-химическим свойствам от газа-носителя, и преобразует их в электрический сигнал.

Далее происходит усиление или преобразование сигнала в аналоговое напряжение, с последующим преобразованием его в цифровую форму.

Регистрирующее устройство, в качестве которого в настоящее время обычно используется персональный компьютер, строит график зависимости сигнала детектора от времени. Этот график называется хроматограммой (рисунок 15).

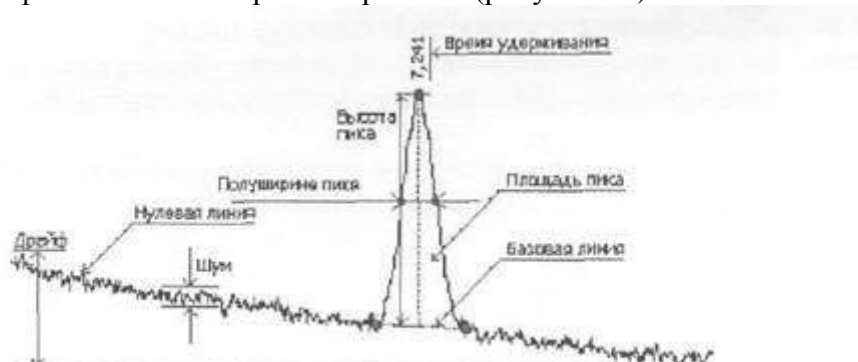


Рисунок 15 – Хроматограмма.

Формирование, очистка и стабилизация потока газа-носителя, а также вспомогательных газов (если они необходимы для питания детектора) выполняются системой подготовки газов. В последнее время эта система получила название «электронное управление потоками газов» (ЭУПГ).

Требуемые температурные режимы устройства ввода, колонки и детектора поддерживаются с помощью соответствующих термостатов, входящих в систему термостатирования вместе с датчиками измерения температуры, нагревателями, терморегуляторами и, если это необходимо, системами перемешивания воздуха или охлаждения.

1. Весьма широкие границы применения, непрерывно расширяющиеся из-за появления новых разновидностей первоначальных вариантов.

2. Быстрота выполнения анализа. В большинстве применяемых на практике аналитических методик длительность цикла разделения не превышает 10-20 мин.

3. Широкий выбор неподвижных фаз и адсорбентов, а также типов рабочих колонок и рабочих параметров хроматографического опыта, позволяющий добиваться разделения соединений с весьма близкими физико-химическими характеристиками (изомеры и т. п.).

4. Осуществление химических реакций в самой хроматографической колонке или в реакторах, составляющих с ней единую коммуникационную систему (реакционная хроматография), открывает дополнительные возможности качественного анализа смесей неизвестного состава. В ряде случаев особый интерес представляет препаративная реакционная газовая хроматография, совмещающая в одностадийном процессе синтез (с выходами, близкими к количественным) разнообразных соединений и выделение их в индивидуальном виде.

5. Неаналитические применения колоночной хроматографии, связанные с исследованием физико-химических характеристик хроматографируемого вещества и неподвижной фазы, а также кинетики каталитических реакций.

6. Совмещение достоинств хроматографии и других современных инструментальных методов анализа (некоторые виды спектроскопии, рефрактометрия, кулонометрия) в едином аппаратном оформлении, что открывает неограниченные перспективы качественного и количественного исследования весьма сложных по составу соединений. Из таких комбинированных методов, являющихся в настоящее время наиболее информативными при качественном анализе сложных смесей неизвестного состава, можно выделить два – хромато-масс-спектрометрию и хромато-ИК-фурье-спектроскопию.

7. Методы хроматографии хорошо поддаются автоматизации. Установление различных соотношений, характеризующих закономерности хроматографического процесса, корреляций между физико-химическими свойствами и хроматографическим поведением привели к тому, что выбор условий хроматографического процесса, идентификация анализируемых веществ на основе их удерживания и другие задачи перестают решаться эмпирическим путем. Для управления работой хроматографов, интерпретации хроматограмм, априорного расчета оптимальных условий процесса все более широко используется машинная техника.

8. Разработанные и выпускаемые серийно высокочувствительные и селективные детекторы дают возможность разделения и количественного анализа с высокой точностью микрограммовых (миллионных долей грамма) количеств смесей компонентов, не поддающихся исследованию никакими другими методами.

### Задание 30:

Посмотрите фильм «Хроматографические методы анализа». Ответьте на вопросы:

1. Что такое хроматография?

2. Что выступает в качестве подвижной и неподвижной фазы? Что для них характерно? Каковы функции фаз?
3. Где расположены подвижная и неподвижная фазы?
4. Какова классификация хроматографических методов? Дайте определения показанных в фильме методов.
5. Перечертите схему хроматографического процесса. Какие этапы он включает? Какое оборудование используется?
6. Перечертите таблицу сравнения методов хроматографии. По каким параметрам отличаются ВЭЖХ и ГХ?
7. Что такое хроматограмма? Как она выглядит? Как обозначается время элюирования? Что означает этот параметр?
8. Что такое время удержания? Как обозначается, где находится на хроматограмме и для чего необходим этот параметр?
9. Что такое площадь (высота) пика? Как обозначается, где находится на хроматограмме и для чего необходим этот параметр?
10. Что такое разрешение хроматографического разрешения? Как обозначается на хроматограмме? Для чего необходим этот параметр?

Материалы для изучения.

Кулдаев, Д. Курс «Хроматография: толкование и приложения в науке и технологии» Лекция 1. [Видеоматериалы] / Interlab Режим доступа: **Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.**, свободный. – Загл. с экрана.

#### 1.4.3. Занятие 18. Фотометрия и спектрофотометрия. Определение оптической плотности. Устройство спектрофотометра

*Оптическая плотность  $D$* , мера непрозрачности слоя вещества для световых лучей. Равна десятичному логарифму отношения потока излучения  $F_0$ , падающего на слой, к ослабленному в результате поглощения и рассеяния потоку  $F$ , прошедшему через этот слой:  $D = \lg (F_0 / F)$ , т. е. это есть логарифм от величины, обратной к коэффициенту пропускания (отражения).

К примеру  $D = 4$  означает, что свет был ослаблен в  $10^4 = 10\,000$  раз, т. е. для человека это полностью чёрный объект, а  $D = 0$  означает, что свет прошёл (отразился) полностью.

Понятие оптической плотности введено Р. Бунзеном; оно привлекается для характеристики ослабления оптического излучения в слоях и плёнках различных веществ (красителей, растворов, окрашенных и молочных стекол и многое др.), в светофильтрах и иных оптических изделиях.

Величина оптической плотности зависит от длины волны и концентрации раствора. Поглощение света при разных длинах волн неодинаково, оно носит избирательный характер.

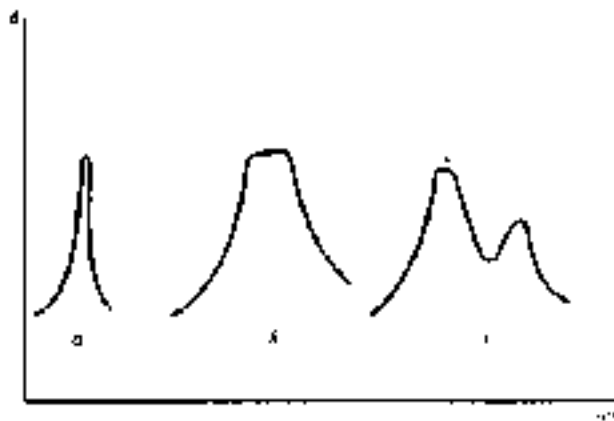


Рисунок 16 – Спектры поглощения вещества.

*Спектры поглощения* – характеристика светового потока после прохождения его через слой исследуемого вещества, выражаемая, как и в случае спектра испускания, в виде распределения интенсивности поглощения света в зависимости от длины волны. Поглощение света веществом создает неравномерность в распределении интенсивности, характеризуемую наличием области поглощения в разных частях спектра. Области поглощения определяются хим. структурой вещества, и т. о Спектры поглощения является его аналитической характеристикой.

Если измерить максимальное значение оптической плотности какого-либо раствора при разных длинах волн и выразить это графически, то можно получить спектр поглощения данного вещества: при определенной длине волны (рисунок 16 а); на определенном участке длин волны (рисунок 16 б); при двух значениях длин волны (рисунок 16 в). Спектр поглощения является индивидуальной характеристикой данного вещества, он используется для идентификации веществ.

Если получить спектры поглощения растворов исследуемого вещества, имеющих различную концентрацию, то кривые спектров поглощения будут иметь одну и ту же форму, положение максимума поглощения сохранится на всех спектрах при одной и той же длине волны.

Как уже было сказано, величина оптической плотности зависит от концентрации раствора. Чем больше концентрация раствора, тем больше

#### Самостоятельная работа:

1. Найти различия в технических характеристиках спектрофотометров марки Юнико и фотометров марки КФК.
2. Какие из приборов той и другой группы имеют наилучшие технические характеристики?

#### *Однолучевой спектрофотометр СФ-46*

*В основу работы* спектрофотометра СФ-46 положен принцип измерения отношения двух световых потоков: потока, прошедшего через исследуемый образец, и потока, падающего на исследуемый образец (или прошедшего через контрольный образец).

*Структурная схема* спектрофотометра представлена на рисунке 17. Световой пучок из осветителя попадает в монохроматор через входную щель и разлагается дифракционной решеткой в спектр. В монохроматический поток излучения, поступающий из выходной щели в кюветное отделение, поочередно вводятся контрольный и исследуемый образцы. Излучение, прошедшее через образец, попадает на катод фотоэлемента в приемно-

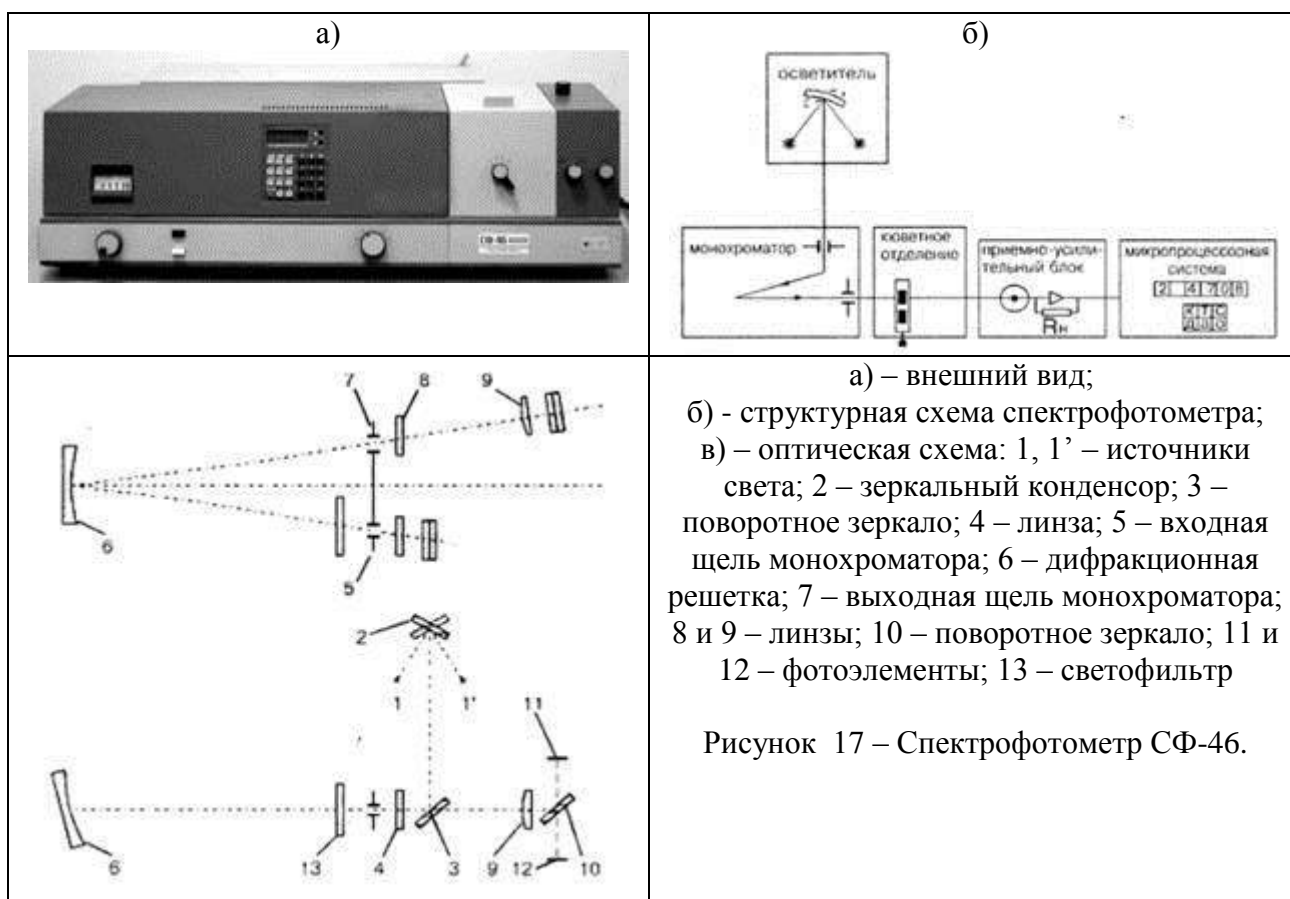


усилительном блоке. Электрический ток, проходящий через резистор  $R_H$ , который включен в цепь фотоэлемента, создает на резисторе падение напряжения, пропорциональное потоку излучения, падающему на фотокатод.

Усилитель постоянного тока с коэффициентом усиления, близким к единице, обеспечивает передачу сигналов на вход микропроцессорной системы (далее – МС). МС по команде оператора поочередно измеряет и запоминает напряжения  $U_T$ ,  $U_0$  и  $U$ , пропорциональные темновому току фотоэлемента, потоку, прошедшему через контрольный образец, и потоку, прошедшему через исследуемый образец соответственно. После измерения МС рассчитывает коэффициент пропускания  $T$  исследуемого образца.

Значение измеренной величины высвечивается на цифровом табло.

*Оптическая схема СФ-46* показана на рисунке 1. Излучение от источника 1 или 1' падает на зеркальный конденсор 2, который направляет его на плоское поворотное зеркало 3 и даст изображение источника излучения в плоскости линзы 4, расположенной вблизи входной щели 5 монохроматора. Монохроматор построен по вертикальной автоколлимационной схеме. Прошедшее через входную щель излучение падает на вогнутую дифракционную решетку 6 с переменным шагом и криволинейным штрихом. Решетка изготавливается на сферической поверхности, поэтому, помимо диспергирующих свойств, она обладает способностью фокусировать спектр. Применение переменного шага и криволинейного штриха значительно уменьшает абберационные искажения вогнутой дифракционной решетки и позволяет получить высокое качество спектра во всем рабочем диапазоне длин волн.



Диафрагмированный пучок фокусируется в плоскости выходной щели 7 монохроматора, расположенной над входной щелью 5. Сканирование осуществляется поворотом дифракционной решетки, при этом монохроматическое излучение различных

длин волн проходит через выходную щель 7, линзу 8, контрольный или измеряемый образец, линзу 9 и с помощью поворотного зеркала 10 попадает на светочувствительный слой фотоэлемента 11 или 12. Для уменьшения рассеянного света и срезания высших порядков дифракции в спектрофотометре используются два светофильтра: из стекла ПС11 для работы в области спектра 230-450 нм и из стекла ОС14 для работы в области спектра 600-1100 нм. Смена светофильтров производится автоматически.

Линзы изготовлены из кварцевого стекла с высоким коэффициентом пропускания в ультрафиолетовой области спектра. Для обеспечения работы спектрофотометра в широком спектральном диапазоне используются два фотоэлемента и два источника излучения сплошного спектра. Сурьмяно-цезиевый фотоэлемент с окном из кварцевого стекла применяется для измерений в области спектра от 190 до 700 нм, кислородно-цезиевый фотоэлемент - для измерений в области спектра от 600 до 1100 нм. Длина волны, при которой следует переходить от измерений с одним фотоэлементом к измерениям с другим фотоэлементом, указана в паспорте спектрофотометра. Дейтериевая лампа предназначена для работы в области спектра от 190 до 350 нм, лампа накаливания - для работы в области спектра от 340 до 1100 нм. Для проверки градуировки прибора используется ртутно-гелиевая лампа ДРГС-12.

Спектрофотометр СФ-46 – прибор общего назначения. В клиничко-диагностических лабораториях применяется для исследований на длинах волн, которые не характерны для широко применяемых хромогенов, а также при проведении работ, связанных с контролем качества.

#### Задание 31:

Посмотрите фильм «Фотометрия и спектрофотометрия». Опишите суть методов и область их применения. Ответьте а вопросы:

1. Что такое спектрофотометрия?
2. Что такое Коэффициент пропускания? Как его определить?
3. Что такое оптическая плотность? Как определить этот параметр? Для чего необходимо знание оптической плотности? Приведите примеры.
4. Как формулируется закон Бэра-Ламберта? Для чего необходимо знание положений закона. Где он применяется?

#### Материалы для изучения.

1. Фотометрия и спектрофотометрия [Видеоматериалы] / Режим доступа: [https://www.youtube.com/watch?v=ELNNeo\\_\\_OiY](https://www.youtube.com/watch?v=ELNNeo__OiY), свободный. – Загл. с экрана

#### Задание 32:

Посмотрите видеолекцию А. Т. Лебедева Масс-спектрометрия для школьников. Ответьте а вопросы:

1. Каковы достоинства масс-спектрометрии
2. Где применяется масс-спектрометрия? Каким образом ее можно применить в охране природы?
4. Какова классификация метода. Приведите примеры применения разных разновидностей метода.

#### Материалы для изучения.

Лебедев А. Т. Масс-спектрометрия для школьников. [Видеоматериалы] / Дистанционные курсы для абитуриентов Химфака МГУ. Режим доступа: [https://www.youtube.com/watch?v=Vdh6WNB\\_Pj0](https://www.youtube.com/watch?v=Vdh6WNB_Pj0), свободный. – Загл. с экрана

#### 1.4.4. Занятие 19 Атомно-абсорбционная спектрометрия (ААС). Устройство атомно-абсорбционного спектрометра. Атомизаторы. Типы атомизаторов.

*Спектрофотометрия (абсорбционная)* — физико-химический метод исследования растворов и твёрдых веществ, основанный на изучении спектров поглощения в ультрафиолетовой (200-400 нм), видимой (400-760 нм) и инфракрасной (>760 нм) областях спектра. Основная зависимость, изучаемая в спектрофотометрии – зависимость интенсивности поглощения падающего света от длины волны. Спектрофотометрия широко применяется при изучении строения и состава различных соединений (комплексов, красителей, аналитических реагентов и др.), для качественного и количественного определения веществ (определения следов элементов в металлах, сплавах, технических объектах). Приборы спектрофотометрии – спектрофотометры.

Различают спектрофотометрию в ИК, видимой и УФ областях спектра. Применение спектрофотометрии в УФ и видимой областях спектра основано на поглощении электромагнитного излучения соединениями, содержащими хромофорные (напр.,  $C=C$ ,  $C=C$ ,  $C=O$ ) и ауксохромные ( $OCN_3$ ,  $OH$ ,  $NH_2$  и др.) Спектрофотометрические исследования спектров молекул в видимой и УФ областях позволяет установить вид электронных переходов и структуру молекул. При этом часто исследуют влияние различных типов замещения в молекулах, изменения растворителей, тире и других физ.-хим. факторов. Для исследования спектров в ИК области используют обычно спектрофотометры, работающие в интервале от 1,0 до 50 мкм.



Рисунок 18 – Атомно-абсорбционный спектрометр Квант -2А. внешний вид.

*Атомно-абсорбционные спектрометры (ААС)* – приборы, предназначенные для проведения количественного элементного анализа (до 70 элементов) по атомным спектрам поглощения, в первую очередь для определения содержания металлов в растворах их солей: в природных и сточных водах, в растворах-минерализатах консистентных продуктов, технологических и прочих растворах.

*Назначение:* Прибор предназначен для измерения массовой концентрации элементов в анализируемой пробе по селективному поглощению излучения резонансных спектральных линий определенного элемента. Используется для контроля объектов окружающей среды (воды, воздуха, почв), анализа пищевых продуктов и сырья для их изготовления, в медицине, геологии, металлургии, химической промышленности и в научных исследованиях.

*Структурная схема*

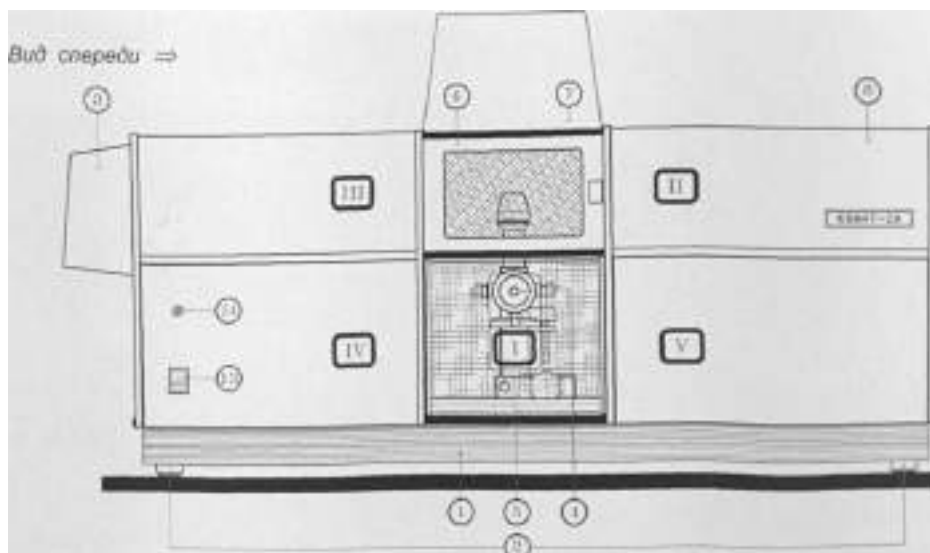


Рисунок 19 – Вид спереди.

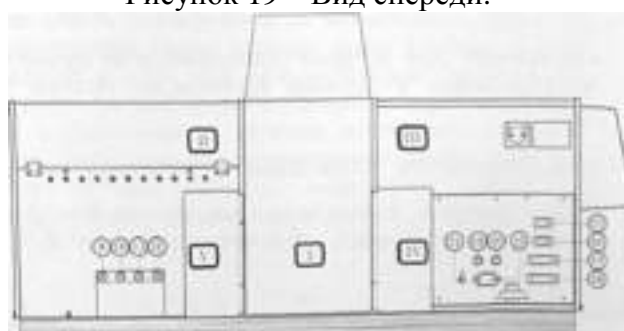


Рисунок 20 – Вид сзади.

Основанием конструкции служит плита 1, имеющая четыре ножки 2, регулируемые по высоте и предназначенные для установки прибора в устойчивое горизонтальное положение.

На плите-основании собран жёсткий каркас, образующий 5 секций, в которых размещены отдельные элементы систем и функциональные блоки прибора.

С основной конструкцией жёстко состыкован модуль 3, в котором расположен блок фотоприемника.

В центральной секции на плите-основании установлен атомизатор 4 и размещены вспомогательные устройства и элементы конструкции: полочка – поддон из оргстекла 5 для сосудов с исследуемыми растворами и дверца 6 с тонированным зеркальным окном.

В верхней части центральной секции находится кожух 7, который вместе с закрытой дверцей 6 предназначен для предохранения пламени от колебаний, обусловленных внешними потоками воздуха, формирования стабильной воздушной тяги и для защиты от воздействия на зрение ультрафиолетового излучения пламени.

В правой верхней секции (здесь и в дальнейшем имеется в виду расположение на виде спереди) установлены компоненты блока спектральных ламп – шести-ламповая турель, дейтериевая лампа и светоделительная пластина.

Крышка 8 блока крепится к каркасу с помощью шарнирных соединений и откидывается назад.

В правой нижней секции на отдельной плите, привинчиваемой к каркасу, собран газовый блок, входящий в состав газораспределительной системы. На задней панели правой нижней секции расположены четыре входных штуцера для пропан-бутановой смеси 9, для ацетилена 10, для закиси азота 11 и для воздуха 12.

В левой верхней секции расположены блок автоматического монохроматора и датчик пламени, входящий в состав газораспределительной системы.

В левой нижней секции IV расположен электронный блок. На передней панели секции расположен выключатель 13 «Сеть» с подсветкой, и кнопка 14 «Сброс». На задней панели секции расположены разъём сетевого питания 15, разъём 16 для связи с ПК и разъёмы 17 и 18 для подключения дополнительных устройств (например, ртутно-гидридного генератора или блока проточно-инжекционного концентрирования). Кроме того, на задней панели секции расположены гнезда 19 и 20 для предохранителей, а также клемма 21 для подключения заземления и разъём гидрозатвора 22.

Задание 33:

Изучите теоретический материал и ответьте на вопросы:

1. Какой метод исследования называется абсорбционной спектрофотометрией?
2. Для чего применяется атомно-абсорбционные спектрометры? Что лежит в основе их работы?
3. Назовите основные составные части ААС «Квант-2А». Что находится в каждой из секций прибора?

*Оптическая схема*

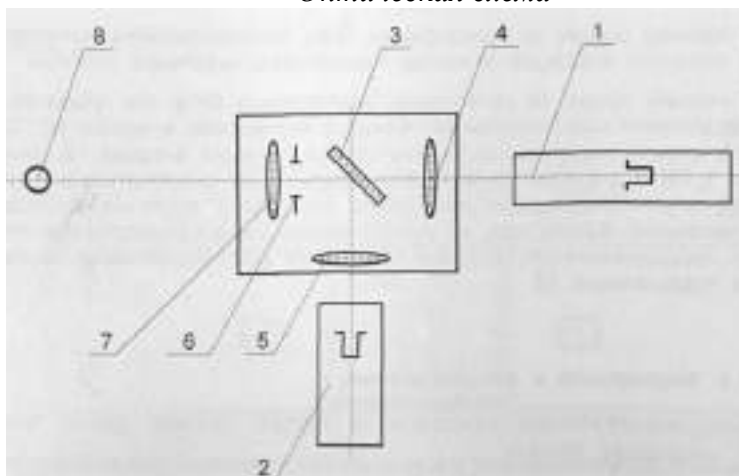


Рисунок 21 – Оптическая схема блока спектральных ламп.

Блок спектральных ламп предназначен для формирования излучения, пропускаемого через пламя, при атомно-абсорбционном методе анализа. В оптическую схему входят следующие элементы: источники линейчатого спектра – лампы с полым катодом на анализируемый элемент 1, (в дальнейшем – ЛПК); источник сплошного спектра – дейтериевая лампа с полым катодом 2, светоделительная пластина 3, коллекторные линзы 4 и 5, диафрагма 6 и конденсорная линза 7. Излучение спектральных ламп (ЛПК, находящейся на оптической оси прибора и дейтериевой лампы) фокусируется над газовой горелкой (8 – область фокусировки).

Общий вид блока спектральных ламп приведен на рисунке 22. Основным узлом блока является шестиламповая турель, в которой находятся спектральные лампы.

Лампы (на рисунке показаны лампы 1-4) закреплены в гнездах крестовины 5 и прижимаются к ним пружинами 6. Турель имеет 6 рабочих положений, в каждом из которых ось одной из ламп совпадает с оптической осью прибора.

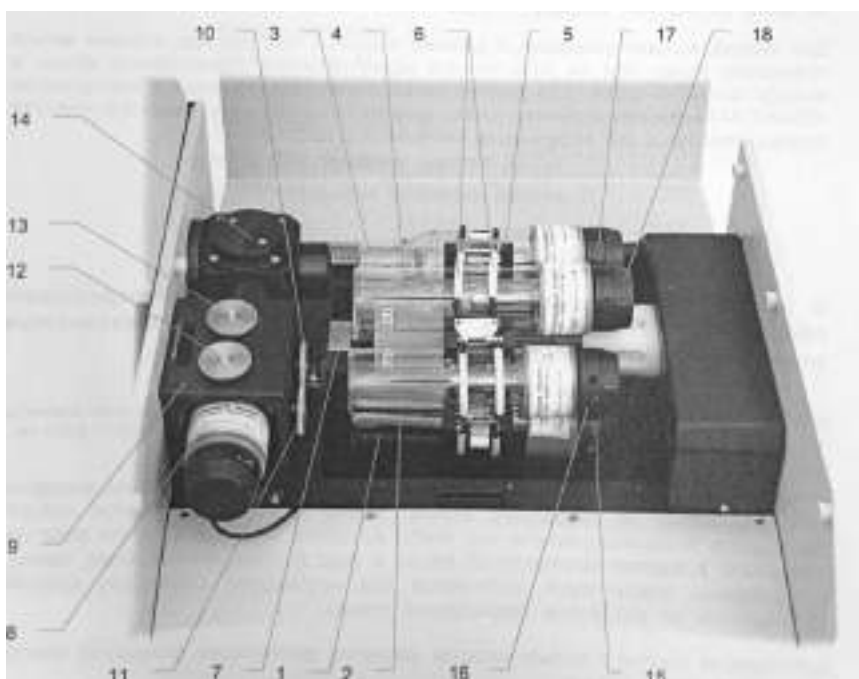


Рисунок 22- Блок спектральных ламп (общий вид).  
 Дейтериевая лампа 8 помещается в отдельном ламподержателе 9.

#### *Принцип действия*

Анализируемый раствор отбирается всасывающим капилляром распылителя (пульверизатора) и вводится в виде аэрозоля в пламя горелки, работающей на каком-либо горючем газе.

*При атомно-эмиссионном методе анализа* возникающее в пламени характеристическое излучение атомов определяемого элемента отделяется посредством монохроматора от излучения других элементов и собственного свечения пламени.

*При атомно-абсорбционном методе анализа* через пламя, в которое введён аэрозоль анализируемого раствора, пропускается излучение спектральной лампы и с помощью монохроматора выделяется составляющая этого излучения, соответствующая одной из линий поглощения атомов определяемого элемента.

В обоих случаях длина волны  $\lambda$ , на которую настроен монохроматор, выбирается в зависимости от определяемого элемента. Выделенное монохроматором излучение попадает на фотоприемник и преобразуется в электрический сигнал, который затем преобразуется в цифровой код и направляется в ПК для обработки. Мерой концентрации (аналитическим сигналом) элемента является интенсивность излучения пламени  $I(^*)$  (в атомно-эмиссионном методе) или оптическая плотность пламени  $D(^*)$  (в атомно-абсорбционном методе).

Принцип действия атомно-абсорбционного спектрометра основан на измерении величины поглощения луча света, проходящего через атомный пар исследуемой пробы. Значения концентрации в исследуемых растворах вычисляются компьютерной программой по калибровочному графику, который получают, проводя измерения аналитического сигнала на растворах солей анализируемого элемента известной концентрации, приготавливаемых из стандартных образцов состава.

Функциональная схема спектрометра приведена на рисунке 23.

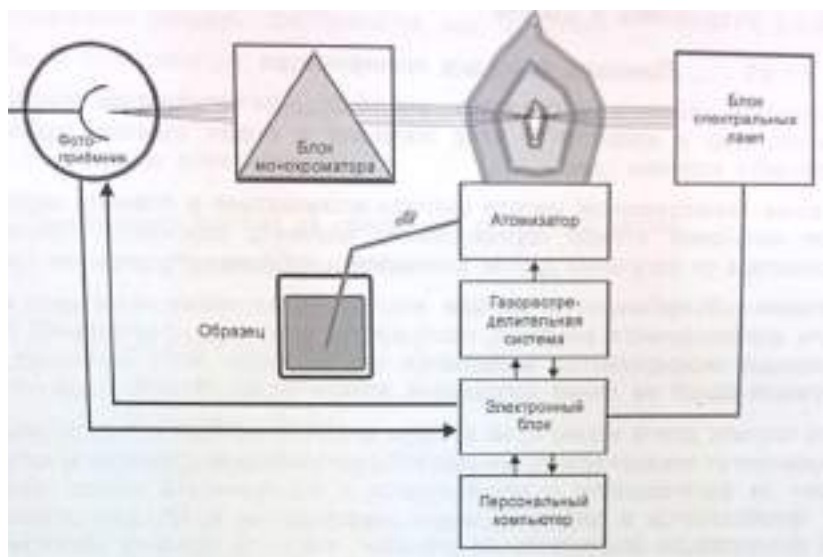


Рисунок 23 – Функциональная схема спектрометра.

Излучение, выходящее из *блока спектральных ламп*, фокусируется внутри пламени, факел которого формируется входящей в состав *атомизатора* газовой горелкой. Источниками этого излучения являются:

- спектральная лампа с полым катодом (ЛПК), имеющая линейчатый спектр определяемого элемента;
- дейтериевая лампа с полым катодом, имеющая с непрерывный спектр в области 190 + 370 нм.

Питание спектральных ламп осуществляется *электронным блоком*, ток ламп промодулирован во времени с частотой 180 Гц, причём последовательности импульсов тока ЛПК и дейтериевой лампы имеют разные начальные фазы. Питание горелки смесью горючего газа и газа - окислителя осуществляется *газораспределительной системой*. В пламя с помощью распылителя (пульверизатора), впрыскивается проба в виде аэрозоля. При температуре 1900 + 3000°C происходит испарение растворителя, испарение твёрдого вещества, диссоциация молекул. В результате этих процессов образуется атомный пар. При прохождении через пламя излучения с длиной волны, соответствующей анализируемому элементу, происходит селективное поглощение света атомами этого элемента, а также рассеяние и неселективное поглощение (так называемое фоновое ослабление). Прошедшее через пламя излучение попадает в блок *монохроматора*, где из него выделяется узкий спектральный интервал, соответствующий линии поглощения анализируемого элемента. Это излучение попадает в блок *фотоприемника*, преобразующий его в электрический сигнал, пропорциональный интенсивности излучения. Далее, устройствами, входящими в состав *электронного блока*, этот сигнал усиливается, преобразуется в цифровой код и направляется в ПК.

Для достижения наилучшего результата необходимо соблюдать правила, сформулированные Уолшем:

- длина волны, соответствующая максимальному поглощению атомных паров, должна быть равна длине волны максимальной интенсивности излучения источника;
- полуширина линии поглощения атомных паров должна быть по крайней мере в два раза больше полуширины линии испускания источника.

#### *Источник света*

В соответствии с правилами Уолша, источник света должен быть достаточно узкополосным. Поэтому возникает необходимость иметь отдельный источник света на каждый анализируемый элемент. Обычно атомно-абсорбционный спектрометр содержит несколько источников света, переключаемых с помощью шагового двигателя. Отсюда

возникает дополнительная погрешность при смене источника. Для точных измерений необходимо заново производить калибровку прибора после каждой смены источника.

Однако, есть и преимущества в наличии отдельного источника света для каждого анализируемого элемента. Благодаря этому обеспечивается высокая избирательность данного метода.

В качестве узкополосных источников света применяют:

- лампа с полым катодом
- безэлектродная лампа
- перестраиваемый лазер

*Атомизатор* – устройство, которое превращает вещество пробы в атомный пар.

Существуют различные методы атомизации:

- нагрев;
- воздействие электромагнитным излучением (а именно светом)
- бомбардирование ускоренными частицами

На практике применяют такие методы атомизации:

*Пламя* – обычно используется пламя от горючих газов в смеси с окислителями.

Наиболее распространенные пламена:

*Пропан/воздух* – низкотемпературное пламя, более всего пригодно для анализа элементов, которые легко атомизируются, например щелочных металлов. В настоящее время используется достаточно редко. Используется там, где доставка ацетилен либо слишком дорога, либо вообще не доступна.

*Ацетилен/воздух* – пламя с температурой до 2300-2600 °С (температура зависит от соотношения потоков ацетилен/воздух), наиболее распространенное в использовании.

*Ацетилен/закись азота* – высокотемпературное пламя (до 3200 °С), применяется при анализе трудноатомизируемых элементов и для устранения различных мешающих влияний.

*Электротермическая атомизация* – проба помещается в кювету, выполненную из электропроводящего материала. Через кювету пропускают ток, который разогревает кювету, и находящуюся внутри пробу. Преимущества данного метода в том, что вещество остаётся в замкнутом объёме, и в отличие от приборов с пламенной атомизацией, не уносится газовым потоком.

#### Задание 34:

Изучите и зарисуйте схему блока спектральных ламп. Ответьте на вопросы:

1. Каково назначение этого прибора?
2. Какие источники света используются в блоке спектральных ламп?
3. Какие правила надо соблюдать при определении вида используемого источника света.

#### Задание 35.

Изучите и зарисуйте функциональную схему спектрометра. Ответьте на вопросы:

1. Каков принцип действия прибора?
2. Что такое атомизатор и какую функцию он выполняет?
3. Каковы основные типы атомизаторов?
4. Каковы основные виды используемых пламен? Их достоинства и недостатки.

Область применения.

5. Каковы отличия принципа действия приборов при атомно-эмиссионном и атомно-абсорбционном анализе?



### Самостоятельная работа:

Изучите рынок приборов, предназначенных для атомно-абсорбционного анализа? Какие фирмы выпускают приборы такого типа? Какова их рыночная стоимость. Подберите прибор для лаборатории с наилучшим соотношением «цена-качество».

#### 1.4.5. Занятие 20. Электрохимические методы. Полярография. Устройство полярографа

Полярографический метод анализа является одним из электрохимических методов. Он основан на расшифровке вольтамперных кривых, называемых *полярограммами*, которые получают при электролизе исследуемого раствора в специальной электрополярографической ячейке.

В этой ячейке в качестве одного электрода, называемого рабочим, используют ртуть, вытекающую из тонкого капилляра – катода с периодом капания 2-7 с и диаметром примерно 1 мм. Второй электрод – анод, является электродом сравнения. Он представляет собой слой ртути с большой поверхностью на дне сосуда.

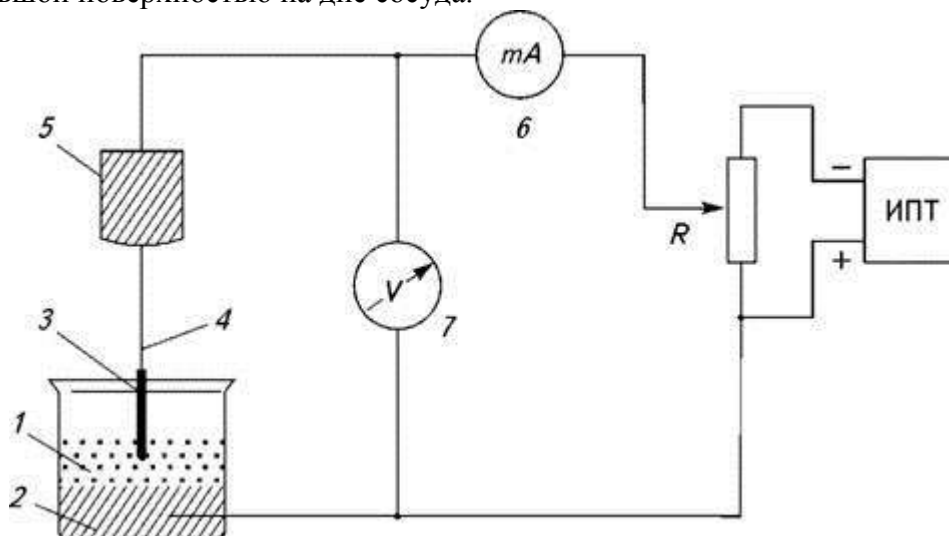


Рисунок 24 – Принципиальная схема полярографа.

В полярографическую ячейку 1 помещают анализируемый раствор и каплюющий ртутный микроэлектрод 3, соединенный резиновой трубкой 4 с резервуаром для ртути 5. На дно полярографической ячейки заливают слой ртути 2 (донная ртуть), которая играет роль макроэлектрода (электрода сравнения). С резистора  $R$  на электроды ячейки подается напряжение от источника постоянного тока (ИПТ), плавно изменяющееся по линейному закону. Ток, проходящий через раствор ячейки, и напряжение на электродах измеряют соответственно микроамперметром 6 и вольтметром 7.

От внешнего источника тока на электроды подается постепенно увеличивающееся напряжение при наличии в анализируемом растворе веществ, способных окисляться или восстанавливаться, сила тока возрастает после достижения определенной величины приложенного напряжения, называемой потенциалом полувольты. Эта зависимость силы тока от приложенного напряжения выражается полярографической волной и регистрируется на самописце полярографа.

Для количественного определения вещества используют прямо пропорциональную зависимость между силой предельного тока, выраженной высотой полярографической волны и концентрацией вещества в растворе. Для получения строго количественных закономерностей в анализируемый раствор вводят избыток постороннего электролита – *фон*.

В качестве фона применяют соли лития и другие разбавленные соли, кислоты, щелочи. Присутствие кислорода в анализируемом растворе мешает проведению анализа, поэтому его удаляют, пропуская через раствор инертный газ.

По полученным данным строят *полярограмму*. Современные полярографы эти операции выполняют в автоматическом режиме и имеют возможность в широких пределах варьировать скорость изменения напряжения на электродах.

Для полярографии используют полярографы различных марок. Полярографированию поддаются практически все катионы металлов, многие анионы, неорганические и органические вещества, способные к электрохимическому окислению или восстановлению.

Высокая чувствительность метода сочетается с достаточной точностью. Быстрота выполнения анализа, объективность получаемых результатов в сочетании с хорошей воспроизводимостью, выгодно выделяет полярографический метод среди других физико-химических методов исследования.

Этот метод нашел широкое применение в санитарно-химическом анализе для исследования пищевых продуктов на содержание солей тяжелых металлов, а также питьевых вод, поверхностных водоемов и сточных вод на содержание солей хрома, свинца, цинка, меди.

В воздухе полярографическим методом определяют свинец, хром, марганец, цинк, кадмий, медь, формальдегид и другие токсичные вещества.

#### *Полярограммы.*

Графическая зависимость между напряжением и силой тока получила название *вольтамперометрической кривой*, или *полярограммы*. Типичный вид ее представлен на рисунке 22.

*Участок 1* на полярограмме называется остаточным током. Его величина имеет порядок  $10^{-7}$  А и обусловлена процессами восстановления следов примесей в растворе, в том числе и растворенного кислорода, а также током заряжения, или конденсаторным током. Образование тока заряжения связано с тем, что при снятии полярограммы между поверхностью микроэлектрода и раствором образуется оболочка из невосстанавливаемых ионов фонового электролита. Эта система ведет себя как конденсатор. При заряжении такого конденсатора и возникает ток заряжения.

*Участок 2* на полярограмме – это участок диффузионного тока, а *участок 3* – участок предельного диффузионного тока. Его значение определяется концентрацией восстанавливаемого катиона. Величина  $E_{\text{выд}}$  соответствует потенциалу выделения катиона, после которого начинает возрастать диффузионный ток при росте  $E$ .

Потенциал  $E_{1/2}$  называется *потенциалом полуволны*. Его величина не зависит от концентрации анализируемого компонента, а определяется только его природой.

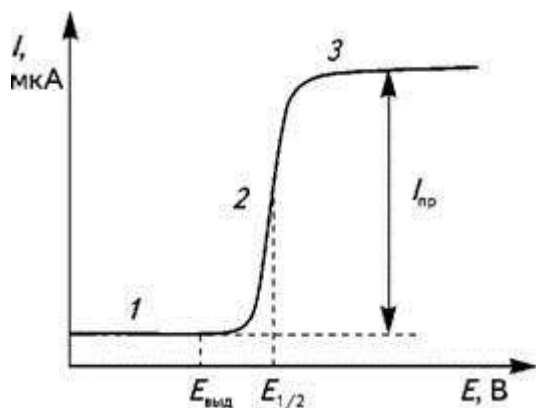


Рисунок 25– Вольтамперометрическая кривая (полярограмма).

#### *Полярографы*

*Полярограф ПУ-1* предназначен для качественного и количественного анализа веществ, вольтамперометрическим методом, а также для других электрохимических исследований. Полярограф ПУ-1 применяется в заводских и научно-исследовательских лабораториях различных отраслей народного хозяйства.

Полярограф ПУ-1 может быть использован:

- для определения примесей в металлах, сплавах, полупроводниках, химических реактивах;
- для контроля чистоты воды, воздуха, пищевых продуктов и медицинских препаратов;
- для проведения биохимических исследований;
- для изучения электродных, адсорбционных, окислительно-восстановительных процессов в химии комплексных соединений.

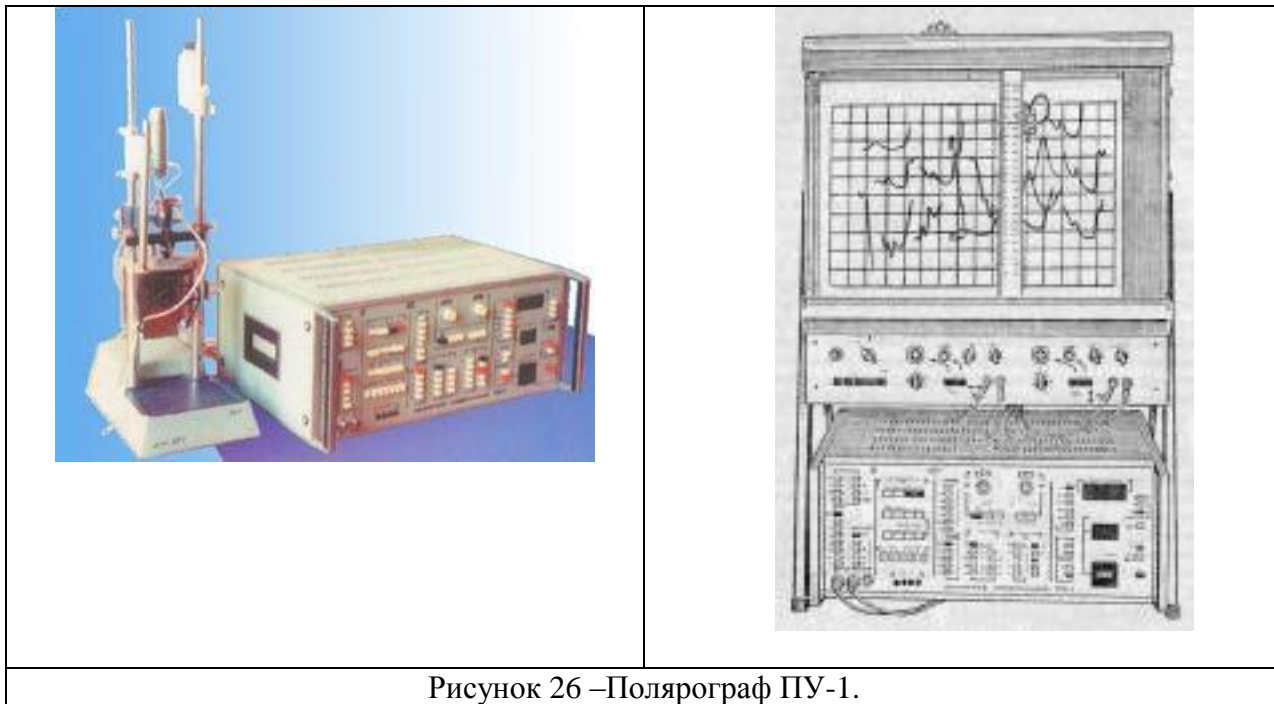


Рисунок 26 –Полярограф ПУ-1.

*Универсальный полярограф «Экотест-ВА».*

Многофункциональный электрохимический центр, пригодный для широкого круга электроаналитических измерений

Универсальный комплекс для измерения микроколичеств (до  $10^{-10}$  моль/л) тяжелых металлов, йода, селена и мышьяка, токсичных органических и неорганических компонентов в самых различных объектах методами инверсионной вольтамперометрии и полярографии.



Рисунок 27– Комплект для определения микроколичеств тяжелых металлов.

*Область применения:*

- агрохимические, экологические, химико-технологические и аналитические лаборатории промышленных предприятий (в том числе, гальванического производства, производства материалов для электроники, порошковой металлургии и др.);
- органы контроля, инспекции и надзора;

– лаборатории научно-исследовательских учреждений;

– студенческие практикумы.

Объекты анализа:

– вода питьевая, природная, сточная, морская;

– пищевые продукты, напитки, продовольственное сырье

– почвы, корма;

– косметика, лекарственные препараты, биологические объекты.

Определяемые компоненты:

– металлы: Zn , Cd , Pb , Cu , Hg , Mn , Co , Fe , Ni , Mo , Sn , Cr;

– неметаллы: As, Bi, Se, I;

– органические молекулы: метанол, ацетальдегид, формальдегид, диэтиленгликоль, фенол и его производные;

другие электроактивные органические и неорганические вещества.

«Экотест-ВА» работает под управлением персонального компьютера.

*Эксплуатационные особенности анализатора «Экотест-ВА»*

– возможность определения нескольких элементов одновременно из одной пробы;

– высокая чувствительность;

– отсутствие необходимости применения жидкой ртути или амальгам;

– работа без инертного газа;

– автоматические режимы выполнения измерений и расчета концентраций;

– работа по записанным в память методикам и количественная обработка результатов в автоматическом режиме;

– возможность программирования анализатора для проведения до 100 измерений с различными параметрами.

#### **1.4.6. Занятие 21. Передвижные эколаборатории и дистанционные методы контроля загрязнений**

##### *1.4.6.1. Дистанционные методы экологического мониторинга*

В зависимости от точности результатов, которые необходимо получить при проведении мониторинга по тому или иному компоненту, явлению, процессу, от среды, в которой проходят исследования, доступных финансовых и других средств, используют различные методы мониторинга.

*Основные методы:*

1. Аэрокосмические (дистанционные).

2. Наземные (контактные).

*Аэрокосмический метод* – система наблюдения при помощи самолетных, аэростатных средств, спутников и спутниковых систем.

В последние годы в круг фундаментальных исследований проблем экологии территории России широко вовлечены космические методы контроля состояния экосистем. Появление глобальной компьютерной сети Интернет и разработка передовых информационных технологий открыли новый этап развития космического экологического мониторинга. Особенностью нового этапа является широкое использование телекоммуникационной инфраструктуры, а также гипертекстовых и интерактивных информационных технологий, которые чрезвычайно перспективны в дистанционном мониторинге состояния окружающей среды.

В России создаются Центры космического мониторинга (ЦКМ), которые осуществляют оперативный контроль состояния окружающей среды и природных ресурсов (например, Институт солнечно-земной физики СО РАН, г. Иркутск), создают

многоуровневые информационные системы пространственно-временного мониторинга состояния окружающей среды, включающие технические и программные средства сбора, обработки, анализа и хранения спутниковой информации.

### *Спутниковый экологический мониторинг*

Наиболее информативным методом для решения задач дистанционного исследования поверхности Земли из космоса является использование и тематический анализ изображений, полученных приборными комплексами различных частотных диапазонов, установленных на космических аппаратах. Целый ряд спутников, оснащенных приборами дистанционного зондирования (радиолокаторами, скаттерометрами, радиометрами и оптической техникой), выведены на орбиту специально для получения разносторонней геофизической информации, необходимой для оценки состояния окружающей среды и для природо-ресурсных исследований.

Дистанционные методы делят на активные и пассивные.

При использовании активных методов спутник посылает на Землю сигнал собственного источника энергии (лазера, радиолокационного передатчика), регистрирует его отражение. Радиолокация позволяет «видеть» Землю сквозь облака. Чаще используются пассивные методы, когда регистрируется отраженная поверхностью энергия Солнца либо тепловое излучение Земли.

Для космического экологического мониторинга целесообразно ориентироваться, прежде всего на полярно-орбитальные метеорологические спутники, как на отечественные аппараты (спутники типа «МЕТЕОР», «ОКЕАН» и «РЕСУРС»), так и на американские спутники серии NOAA. Остановимся на кратких характеристиках указанных спутников (подробное описание представлено на сервере SPUTNIK):

*Американские метеорологические спутники серии NOAA* (рисунок 28) снабжены многозональной оптической и ИК аппаратурой, а именно радиометром высокого разрешения AVHRR. Космические аппараты NOAA запускаются на полярные орбиты высотой порядка 700 км над поверхностью Земли с наклоном 98,89 градусов. Радиометр высокого разрешения ведет съемки поверхности Земли в пяти спектральных диапазонах. Космические съемки проводятся с пространственным разрешением 1100 м и обеспечивают полосу обзора шириной 2700 км.

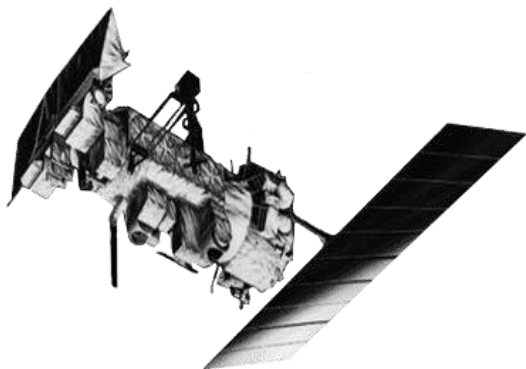


Рисунок 28 – Американские метеорологические спутники серии NOAA

*Российские спутники серии «РЕСУРС»* (рисунок 29) принадлежат Федеральной службе России по гидрометеорологии и мониторингу природной среды (Росгидромет). Они обеспечивают получение многозональной космической информации высокого и среднего разрешения с помощью двух сканеров видимого и ближнего инфракрасного диапазонов.

Рисунок 29 – Российский спутник серии «РЕСУРС».



Космическая гидрометеорологическая система «Метеор» (рисунок 30), также принадлежащая Росгидромету, обеспечивает глобальный экологический мониторинг территории России. Параметры орбиты спутника «Метеор»: приполярная круговая орбита высотой около 1200 км. Комплекс научной аппаратуры позволяет оперативно 2 раза в сутки получать изображения облачности и подстилающей поверхности в видимом и инфракрасном диапазонах, данные о температуре и влажности воздуха, температуре морской поверхности и



облаков. Осуществляются также мониторинг озоносферы и геофизический мониторинг. В состав бортового комплекса спутника входят несколько сканирующих ИК-радиометров и сканирующая ТВ-аппаратура с системой запоминания данных на борту для глобального обзора и передачи данных на АППИ.

Рисунок 30 – Космическая гидрометеорологическая система «Метеор».

Российская космическая система «ОКЕАН» (рисунок 31) обеспечивает получение радиолокационных, микроволновых и оптических изображений земной поверхности в интересах морского судоходства, рыболовства и освоения шельфовых зон Мирового океана. Одной из основных задач спутника является освещение ледовой обстановки в Арктике и Антарктике, обеспечение проводки судов в сложных ледовых условиях. Параметры орбиты спутника: приполярная круговая орбита высотой 600—650 км.



Рисунок 31 – Российская космическая система «ОКЕАН».

Поток информации в условиях облачности и в любое время суток обеспечивается радиолокатором РЛС БО и системой сбора информации от автономных морских и ледовых станций «Кондор». В состав комплекса бортовой аппаратуры спутника «Океан-01» входят СВЧ-радиометры Р-600 и Р-255, сканирующий СВЧ- радиометр Дельта-2, трассовый поляризационный спектрометрический «Трассер», а также комплекс оптической сканирующей аппаратуры.

Спутниковые данные дистанционного зондирования позволяют решать следующие задачи контроля состояния окружающей среды:

1. Определение метеорологических характеристик: вертикальные профили температуры, интегральные характеристики влажности, характер облачности и т. д.;
2. Контроль динамики атмосферных фронтов, ураганов, получение карт крупных стихийных бедствий;
3. Определение температуры подстилающей поверхности, оперативный контроль и классификация загрязнений почвы и водной поверхности;
4. Обнаружения крупных или постоянных выбросов промышленных предприятий;

5. Контроль техногенного влияния на состояние лесопарковых зон;
6. Обнаружение крупных пожаров и выделение пожароопасных зон в лесах;
7. Выявление тепловых аномалий и тепловых выбросов крупных производств и ТЭЦ в мегаполисах;
8. Регистрация дымных шлейфов от труб;
9. Мониторинг и прогноз сезонных паводков и разливов рек;
10. Обнаружение и оценка масштабов зон крупных наводнений;
11. Контроль динамики снежных покровов и загрязнений снежного покрова в зонах влияния промышленных предприятий.

#### *Компьютерные методы обработки спутниковых данных.*

Целью обработки данных дистанционного зондирования (ДЗ) является получение снимков или изображений с требуемыми радиометрическими и геометрическими характеристиками. Рассмотрим основные этапы обработки данных. В общем случае обработка данных дистанционного зондирования включает три этапа:

1. *предварительная обработка* – прием спутниковых данных, запись их на магнитный носитель, декодировка и корректировка, преобразование данных непосредственно в изображение или космический снимок или в форматы, удобные для последующих видов обработки;

2. *первичная обработка* – исправление искажений, вызванных нестабильностью работы космического аппарата и датчика, а также географическая привязка изображения с наложением на него сетки координат, изменение масштаба изображения и представление изображения в необходимой географической проекции (геокодирование);

3. *вторичная (тематическая) обработка* – цифровой анализ с применением статистических методов обработки, визуальное дешифрирование и интерпретация в интерактивном или полностью автоматизированном режиме. Первый и второй этапы обработки в настоящее время могут быть выполнены на борту космического аппарата.

#### *1.4.6.2. Состав комплекса дистанционного экологического мониторинга*

Создание ГНПП «Аэрогеофизика» системы дистанционного экологического мониторинга связано, прежде всего, с выполнявшимися нами большими объемами аэрогамма-спектрометрических съемок территорий, подвергшихся радиационному загрязнению после аварии на Чернобыльской АЭС.

Первые опытно-методические работы по газовой и аэрозольной аэросъемкам были выполнены осенью 1991 г. в Москве. Тогда же была проведена аэрогамма-спектрометрическая съемка города. За ними последовали летняя съемка 1992 г. и зимняя 1993 г., что позволило говорить уже о сезонном мониторинге территории столицы.

В состав аэрогеофизического комплекса дистанционного экологического мониторинга, разработанного в ГНПП «Аэрогеофизика» и применяемого в производственных масштабах, входят газовая аэросъемка с определением концентраций  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  в приземном слое атмосферы; аэрозольная аэросъемка с определением концентраций элементов-загрязнителей в атмосферном аэрозоле; аэрогамма-спектрометрия с картированием характера и степени загрязнения исследуемой территории естественными и искусственными радионуклидами.

Комплексные экологические аэрогеофизические съемки выполняются на вертолете МИ-8Т по сети прямолинейных маршрутов с интервалом 100- 50 м между ними. Высота съемочных полетов – 150 м – определяется интервалом от минимально разрешенной до максимально допустимой по методике крупномасштабных аэрозольных съемок. Работы

выполняются в относительно стабильной метеорологической обстановке, т.е. при ветре не более 5 м/с и влажности до 90 %.

Для проложения маршрутов и плановой привязки результатов работ используется система космической навигации GPS+GLONASS.

Все виды выполняемых аэросъемочных работ лицензированы Роскартографией и Министерством природных ресурсов.

*Газовая аэросъемка* выполняется с использованием цифровых высокочувствительных трассовых газоанализаторов на NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, и CH<sub>4</sub> (с возможностью расширения этого меню). Приборы предназначены для оперативного измерения суммарной концентрации газов вдоль установленной трассы (направления) и определения средней концентрации по рассчитанной или заданной длине этой трассы. При этом погрешность измерений составляет не более 15 %.

В результате строятся карты концентраций анализируемых газовых компонент, детально иллюстрирующие интегральные уровни загрязнения воздушной среды в период проведения аэросъемки.

*Аэрозольная аэросъемка.* Методика отбора проб атмосферного аэрозоля реализована таким образом, что одна проба характеризует элемент исследуемой площади размером от 2\*2 до 1\*1 км. Проба содержит от одного до четырех фильтров в зависимости от числа маршрутов, проходящих над данным элементом площади, при этом в состав одной пробы включаются фильтры, отобранные в разные дни с разных маршрутов (в течение одного съемочного дня по разреженной сети закрывается вся территория города). Подобная технология позволила практически исключить возможность внесения систематической погрешности в результаты измерений. Время экспозиции одного фильтра составляет около 60 секунд, что с учетом степени средней загрязненности городской атмосферы обеспечивает навеску на фильтр от сотен и десятков (K, Al, Fe, Pb) до сотых долей (Co, Mn и др.) мкг/пробу. Смена фильтров в процессе полета выполняется автоматически.

Отобранный на фильтры аэрозоль анализируется в лабораторных условиях атомно-абсорбционным и атомно-эмиссионным с индуктивно связанной плазмой анализами на определение концентраций в нем до 60 химических элементов. Лабораторным исследованиям на определение концентраций химических элементов-загрязнителей подвергаются также и фоновые фильтры (2-3 % от общего количества).

В результате заказчики получают набор карт распределения в атмосферном аэрозоле элементов-загрязнителей, а также суммарной аэрозольной компоненты.

Аэрогамма-спектрометрическая съемка выполняется по стандартной методике с использованием 512-канального цифрового спектрометра объемом 48 л., позволяющими получить энергетическое разрешение по линии 0.662 МэВ (Cs<sup>137</sup>) – 9 %. По результатам съемки строятся карты распределения естественных (K, U, Th, Rn<sup>222</sup>) и искусственных (Cs<sup>137</sup>) радионуклидов.

Не смотря на то, что все виды аэросъемочных работ могут выполняться отдельно, именно совместное, комплексное их использование дает максимальный эффект при минимизации затрат (авиация оплачивается один раз). При этом необходимо иметь в виду, что в зависимости от конкретно решаемых задач комплекс может быть дополнен, например, тепловой ИК-аэросъемкой и другими аэрогеофизическими методами.

Материалы дистанционных комплексных аэросъемок передаются заказчикам как на бумажном носителе, так и в электронном виде в любом требуемом формате, в том числе в виде готовых слоев ГИС.

В конечном счете, смыслом дистанционного экологического мониторинга является формальное обоснование управленческих решений, направленных на управление качеством жизни населения. Таким образом, задачей лица, принимающего решение, будет лишь анализ



возможных альтернатив развития ситуации и выбор наиболее рационального пути с учетом всего спектра факторов.

Наиболее оптимальным комплексным решением всего спектра проблем и задач, возникающих на пути от проведения съемок до их анализа должно явиться создание целевой геоинформационной системы «Экология-здоровье» со встроенными функциями обработки многомерных данных, включая материалы наземных исследований и базы данных по городской статистике. Будучи размещенными в такой ГИС, материалы дистанционного экологического мониторинга позволят реализовать ту часть термина «мониторинг», которая подразумевает прогноз экологической ситуации города.

## 2. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

### 2.1 Публичные выступления (доклады)

Цель работы. Приобретение студентами навыков самостоятельной работы, имитация выполнения научной работы, приобретение навыков публичных выступлений, углубленное изучение учебной дисциплины.

Время проведения. 1 доклад (10-15 мин.; до 4-х страниц машинописного текста, презентация) + 10-15 минут на обсуждение.

Задания: 1. Подготовка и доклад студента по выбранной тематике.

2. Участие слушателей в обсуждении доклада: каждый участник обязательно задает вопрос по докладу или комментирует выступление товарища, предлагает оценку доклада. По итогам доклада выставляется оценка докладчику по традиционной пятибалльной системе оценок, а также оценка участникам обсуждения по двухбалльной системе (например: «+» или «-»).

#### *2.1.1. Предмет и задачи охраны природы. Антропогенное загрязнение окружающей среды*

##### Примерные темы докладов:

1. Асбест;
2. ГМИ- загрязнение;
3. Диоксины;
4. Ионизирующее излучение;
5. Кадмий;
6. Лекарственное загрязнение;
7. Мышьяк;
8. Нефтепродукты;
9. Нитраты, нитриты и продукты метаболизма азотистых удобрений;
10. Патогенные микроорганизмы;
11. Пестициды и гербициды;
12. Пыль;
13. Ртуть;
14. Свинец;
15. Тепловое и световое загрязнение;
16. Угарный газ в воздухе;
17. Фреоны;
18. Шум;
19. Электромагнитное загрязнение.

##### План выступления

1. Основные источники образования загрязнителя, каким образом он поступает в окружающую среду;
2. Нормы и нормативы для данного вида загрязнителя;
3. Какой вред данный загрязнитель причиняет экосистеме, животным и человеку;
4. Каким образом снизить вред загрязнителя, что делается в этой области.

### *2.1.2. Последствия антропогенного загрязнения окружающей среды и меры по ее охране*

#### Примерные темы докладов:

1. Регионы мира с наибольшим масштабом экологического кризиса.
2. Причины появления «озоновых дыр».
3. Кислотные дожди и их влияние на состояние окружающей среды.
4. Проблема глобального потепления климата. Причины и пути решения.
5. «Красные приливы».
6. Подъем уровня океана.
7. Изменение гидрологического состояния водоемов.
8. Влияние водохранилищ на природные условия.

#### План выступления

1. Характеристика и описание проблемы;
2. Причины возникновения и масштаб проблемы;
3. Прогноз развития проблемы и предпринимаемые действия для исправления ситуации.

### *2.1.3. Методы и средства контроля загрязнений окружающей среды*

#### Примерные темы докладов:

1. Биотестирование;
2. Хроматография;
3. Потенциометрия;
4. Кондуктометрия;
5. Эмиссионная пламенная фотометрия;
6. Ионметрия;
7. Атомно-абсорбционная спектрометрия;
8. Флуориметрия;
9. Турбидиметрия;
10. Фотометрия;
11. Гравиметрия;
12. Титриметрия;
13. Радиометрия;
14. Инверсионная вольтамперометрия;
15. ИК-спектрофотометрия.

#### План выступления

1. Характеристика метода;
2. Характеристика используемых приборов и оборудования;
3. Направления применения метода.

## **2.2. Микроисследование**

Согласно рабочей программе одной из форм самостоятельного обучения студентов в разделе 2 «Анализ и прогноз загрязнения окружающей среды» предусмотрено микроисследование на тему: «Анализ загрязнения атмосферного воздуха автомобильным транспортом».

В ходе выполнения задания используются активные и интерактивные методы обучения, позволяющие закрепить знания студента и реализовать компетентностный подход.

Цель и задачи работы:

1. Изучение метода оценки степени загрязнения окружающей среды в зависимости от интенсивности транспортного потока.
2. Анализ мер снижения воздействия автотранспорта на окружающую среду.
3. Научиться работать в команде.
4. Развить творческое мышление.
5. Развить логическое мышление и т.п.

Время проведения: практическое занятие по теме: «Загрязнения атмосферного воздуха. Типы и виды».

Порядок проведения:

Микроисследование выполняется согласно разработанной методике.

Обучающиеся разделяются на группы для изучения следующих зон города (задания выдаются методом лотереи):

1. Селитебная зона;
2. Деловая зона;
3. Транспортная зона;
4. Рекреационная зона;

Результаты оформляются в виде отчета, по которому готовится доклад с презентацией. Время доклада – 5 минут. Представляется экологическая характеристика места исследования, структура и интенсивность транспортного потока, градация автодороги по категории интенсивности транспортного потока (низкая, средняя, высокая), и рассчитанное количество оксида углерода.

Отчетное занятие проводится с использованием активного метода «Исследование с элементами дискуссии».

1 шаг. Самостоятельная работа студентов

2 шаг. Представление результатов работы групп. Выступление групп и вопросы на уточнение содержания.

3 шаг. Разработка мер снижения воздействия автотранспорта на окружающую среду в каждой из зон.

Каждая группа представляет список наилучших решений для своей зоны. Метод представления – листы или ватман с таблицей.

Таблица 29 – Меры снижения воздействия автотранспорта

Меры снижения воздействия	Зоны города			
	селитебная	деловая	транспортная	рекреационная

4 шаг. Смена темы. Задание для групп – Дополните и исправьте список методов снижения воздействия другой группы. Повторять то, что написано на предыдущем этапе, нельзя».

5 шаг. Смена темы. Задание для групп – Дополните и исправьте список методов снижения воздействия другой группы. Повторять то, что написано на предыдущем этапе, нельзя».

6 шаг. Смена темы. Задание для групп – Дополните и исправьте список методов снижения воздействия другой группы. Повторять то, что написано на предыдущем этапе, нельзя».

7 шаг. Составление обобщённого списка «меры снижения воздействия автотранспорта на городскую среду».

8 шаг. Выход из игры. Эссе. «Влияние автотранспорта на городские экосистемы и меры по снижению воздействия».

#### Написание эссе:

Эссе – письменная творческая работа, в которой обучающийся излагает суть поставленной проблемы, самостоятельно проводит анализ этой проблемы с использованием концепций, стратегий и аналитического инструментария дисциплины, делает выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме. Эссе должно быть представлено в письменном виде и приложено к отчету. Титульный лист эссе должен содержать название дисциплины, название темы, Ф.И.О. автора, курс и номер группы.

### **2.3 Теоретические вопросы для самостоятельной работы**

#### *2.3.1. Предмет и задачи охраны природы. Антропогенное загрязнение окружающей среды*

1. Экзогенные, эндогенные и космические факторы и процессы, действующие в природной среде.
2. История развития охраны окружающей среды в России в 21 веке.
3. Льготы, предоставляемые населению, проживающему в экологически неблагоприятных зонах.
4. Критерии оценки качества продуктов питания.

#### *2.3.2. Анализ и прогноз загрязнения окружающей среды*

1. Нормирование выбросов в атмосферу.
2. Основные методы анализа загрязнения атмосферы.
3. Механизмы попадания примесей в каплю (растворение газа, образование капель на ядрах конденсации).
4. Биологические, физико-химические и органолептические свойства воды.
5. Методики определения содержания в воде растворенного кислорода, ХПК, БПК, концентрации взвешенных веществ, рН, интенсивности окраски, степени концентрации биогенных элементов.
6. Система наблюдений и контроля качества питьевых вод.
7. Биологические, физико-химические и органолептические свойства воды.
8. Специфические заболевания человека, возникающие из-за эвтрофирования водоемов.
9. Сущность классификации почв по устойчивости и чувствительности к химическим загрязнениям.
10. Протекторная (защитная) роль почв.
11. Дать определение следующим терминам: мутагенный, терратогенный, канцерогенный эффект, толерантность организмов, экологическая ниша, ассимиляция, диссимиляция, острое отравление, хроническое отравление, бактерицидный препарат, гербицидный препарат, пестицид, терапевтическая доза, норма реакции, инверсия температуры; антициклоническая погода; циклоническая погода; барические поля; адвекция тепла; конвекция тепла; градиент давления; изолинии; температурная стратификация, факел выброса, хвостовые газы, градиент плотности, аэрационные фонари, вариационный ряд, фарватер реки, замыкающий створ реки, водоток, водоем, индикаторные организмы, флотореагенты, коллоидий, коллоидные системы и взвеси, эстуарии, гидрогеологический разрез, лингин, рассеивающий выпуск, патрубков, гидрологическая ситуация.

#### *2.4.3.3. Последствия антропогенного загрязнения окружающей среды и меры по ее охране*

1. Последствия использования пестицидов в сельском хозяйстве.

2. Миграция химических загрязняющих веществ в биоценозе.

3. Экологические прогнозы.

4. Дать определение следующим терминам: ионный потенциал, экзогенез, кумулятивное накопление, глеевые физико-химические барьеры, диссоциация, коллоиды, переходные элементы, комплексы радикалов, адсорбция, почвенное плодородие, биоцид, поверхностно-активные вещества (ПАУ), сорбционная способность почвы.

#### *2.3.4. Методы и средства контроля загрязнений окружающей среды*

1. ГОСТ 17.2.6.01-86 Отбор проб воздуха;

2. ГОСТ 17.1.5.04-81 Отбор проб воды;

3. Отбор проб крови, мяса и молока;

4. Прозрачность воды. Методы определения прозрачности;

5. Метод меченых атомов, изотопный стехиометрический анализ и нейтронно-активационный метод;

6. Аэрогамма-спектрометрическая съемка;

7. Классификация хроматографических методов аффинная хроматография, гель-фильтрация, адсорбционная хроматография, осадочная хроматография, адсорбционно-комплексобразовательная хроматография, нормальнофазная хроматография, обращеннофазная хроматография, вытеснительная хроматография, хроматографическая элюция, фронтальный анализ, сверхкритическая флюидная хроматография, препаративная хроматография);

8. Дистанционные методы мониторинга. Передвижные эколаборатории.

9. Дать определение следующим терминам: алгоритм, створ, аспирационное поглощение ЗВ, драги, стратиметры, струйность течения, насосы первого подъема, экспозиция, генезис свойств почвы, барботирование воздуха, скорость аспирации, роза ветров, румб, экспрессность, контурность почвенного покрова, инъекция.дночерпатели, суперэкоотоксиканты, электролиз, конденсатор, амальгама, диффузионный ток, хромоген, суспензия, градуировочный график.

## **2.4. Задания для самостоятельной работы**

### **2.4.1 Предмет и задачи охраны природы. Антропогенное загрязнение окружающей среды**

Задание 1: на контурной карте Российской Федерации отобразить города, в которых зарегистрированы случаи высокого загрязнения атмосферного воздуха. Определить регионы РФ наиболее подверженные загрязнению. Выявить причины.

Задание 2: По данным Государственного доклада «О состоянии окружающей среды в Российской Федерации» (за прошедший год) выявить города с наиболее неблагоприятной ситуацией по степени загрязнения атмосферного воздуха. Сравнить с данными прошлых лет. Указать изменения. Отразить данные на контурной карте. Определить регионы РФ наиболее подверженные загрязнению. Выявить причины.

### **2.4.2. Анализ и прогноз загрязнения окружающей среды**

Задание 3: Определить коэффициент загрязнения воздуха атмосферы (Гп-г (j) района, в котором расположены предприятия химической промышленности, выбрасывающие в воздух пылегазовые отходы, содержащие двуокись азота, ацетальдегид, бутифос, диметиламин и изопропиловый спирт (таблица 30). Определить степень загрязнения среды (таблица 31).

Таблица 30 – Определение коэффициента загрязнения воздуха атмосферы

№ загрязнителя, м	Исходные данные (легенда)				Расчетные данные		результат
	Загрязнители	Плотность загрязнения вне источника, мг/м <sup>3</sup> , N	Вес загрязнителя в ранжированной последовательности, F (j)	Физиологическая норма, мг/м <sup>3</sup> , Ф	Отношение, $\frac{q}{\Phi} = \frac{N}{F}$	Произведение, $\sigma F(j)$	Коэффициент загрязнения $G_{п-г}(j)$
1	бутифос	0,033	1,00	0,010			
2	диметиламин	0,090	0,72	0,05			
3	двуокись азота	0,128	0,53	0,085			
4	ацетальдегид	0,021	0,29	0,010			
5	изопропиловый спирт	0,0720	0,21	0,600			
	Итого						

Таблица 31 – Оценка степени загрязнения среды обитания при разных значениях коэффициента загрязнения  $G > 1$

Коэффициент загрязнения среды обитания жидкими и пылегазовыми загрязнителями ( $G(j)$ )	Словесная оценка степени загрязнения среды обитания
до 1,0	безвредная
1 – 1,99	малая
2 – 2,99	существенная
3 – 3,99	интенсивная
4 – 5	весьма интенсивная
более 5	катастрофическая

Задание 4: Определить количество образующихся дымовых газов при сжигании 890 кг/ч мазута следующего состава (% масс):

C	86,0
H	11,4
S	0,44
O	2,16

При сжигании добавили 0,6кг пара на 1кг топлива. Содержание газов по анализам на газоанализаторе следующее:  $O_2 = 7,1$  %об,  $CO = 0,8$ %об,  $N_2=83.1$ %об.

Задание 5: Определить количество газовых выбросов после регенерации 5000 кг/ч катализатора. На регенерацию тратится 6000 м<sup>3</sup>/ч воздуха. концентрация сажи в катализаторе в течение часа уменьшилась с 5,3 до 0,5 %масс.

Задание 6. Подготовить микроисследование и презентацию на тему «Эколого-географическая характеристика растений, обладающих способностью к газо-поглощению и пылеосаждению на примере вида».

Варианты заданий.

Тополь канадский, липа обыкновенная, клен, береза боровая, ива белая, ясень зеленый, жимолость, сирень обыкновенная, лох узколистный, дерен белый и др.

План подготовки микроисследования и презентации

1. Название растения (систематика).
2. История открытия.
3. Ботаническое описание растения (высота, диаметр, крона, кора, корневая система, листья и плод).
4. Способность к газопоглощению, пылеосаждению; шумоизоляция, фитонцидность, устойчивость к газам и другие свойства.
5. Распространение и экология.
6. Значение и применение.
7. Источник информации.
8. Подготовить гербарий растения.

Микроисследование сдается в электронной и распечатанной форме, с приложением файла презентации. Гербарий выполняется на отдельном листе и подшивается к отчету. Фотография гербария добавляется в электронный вариант отчета и презентацию.

Правила сбора гербария

1. Растения для гербария собирают в сухую погоду, т.к. после дождя или росы растения плохо сохнут и могут почернеть.

2. Для размещения растения папку надо положить на ровную поверхность.

3. При закладке в папку растение надо расправить и придать ему форму, в которой потом его будут монтировать. Нельзя ничего отрывать, особенно нижние листья. Если на растении много листьев, которые налегают друг на друга, надо часть листьев удалить, сохраняя при этом черешки, чтобы можно было иметь представление об истинном листорасположении. При подготовке растения к монтажу часть листьев разворачивают нижней стороной для того, чтобы можно было рассмотреть характер опушения или другие особенности. Так же поступают и с частью цветков (соцветий).

4. В рубашку с растением вкладывается черновая этикетка, на которой указываются:

1. название растения на русском языке и латыни;
2. место, где растение собрано;
3. место обитания растения (луг, лес, степь и т.п.);
4. дата сбора;
5. кем растение собрано и определено;
6. в каких сообществах и как часто данный вид встречается.

5. Высушенные в ботанических прессах растения монтируют на гербарном листе из тонкого белого картона или плотной белой бумаги.

6. В правом нижнем углу гербарного листа приклеивают этикетку. Информация на нее переносится с черновой этикетки. Гербарий без этикетки не имеет никакой ценности!

7. Растения пришивают белыми или зелеными нитками. Сначала закрепляют подземные органы, затем стебель, черешки листьев, ось соцветия, цветоножки.



8. После этого гербарный лист берут в руки и слегка сгибают или переворачивают растением вниз. Отстающие от листа бумаги части растения наклеивают с помощью бумажной «соломки» (полоски кальки шириной 1,5 - 2 мм).

9. Соцветие или цветок при необходимости «одевают» в конверт из кальки. Плоды можно поместить в специальный конверт, который наклеивается на этот же лист.

Пример научной этикетки

Семейство \_\_\_\_\_

Род \_\_\_\_\_

Вид \_\_\_\_\_

Местообитание \_\_\_\_\_

Местонахождение \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Дата сбора \_\_\_\_\_

Собрал \_\_\_\_\_

Определил \_\_\_\_\_

Для сохранности гербарный лист вкладывается в отдельный файл и в таком виде подшивается к отчету.



Рисунок 32 – Гербарный лист с засушенным растением, этикеткой и семенным пакетом.

Для оценки гало- и пылеулавливающих свойств и выбора растения можно пользоваться справочной таблицей (Приложение Д, таблица 5).

Задание 7: По данным Государственного доклада «О состоянии окружающей среды в Российской Федерации» (за пять прошедших лет) изучить динамику ИЗА в Российской ситуации. Написать аналитическую справку, характеризующую сложившуюся ситуацию. Ответить на вопрос: какие регионы и города наиболее неблагоприятны по данному показателю? Какова ситуация в регионе проживания? Входит ли он в список «грязных городов» Если да – то проанализируйте вероятные причины такой ситуации.

Задание 8: Рассчитать общий вынос биогенов ( $W_{об}$ ) с площади 600 га серых лесных почв, засеянных озимой рожью. В качестве удобрения был использован суперфосфат (доза внесения фосфора – 30 кг/га). Урожайность – 40 ц/га. Уровень технологий – средний.

### **2.4.3. Последствия антропогенного загрязнения окружающей среды и меры по ее охране**

Задание 9: Заполните таблицу 31, используя данные различных источников. Ответьте на вопрос: каковы основные неблагоприятные последствия радиационных аварий и катастроф.

Таблица 31 – Выбросы радиоактивных веществ, представляющие угрозу для окружающей среды и человека

Год, место	Причина	Активность, МКи	Последствия
------------	---------	-----------------	-------------

Задания из пунктов 2.3 и 2.4. предоставляются в письменном виде. Аттестация производится по критериям «зачтено» и «не зачтено».

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Агрэкология [Текст] / под ред. В.А. Черникова, А.И. Черкеса М.: – Колос, 2000. – 536 с.
2. Атлас распределения тяжелых металлов в объектах окружающей среды [Текст] / Соколов О. А. и др. – Белгород: КОНСТАНТА, 2008. – 480 с.
3. Ашихмина, Т. Я. Экологический мониторинг [Текст] / Т. Я. Ашихмина. – М.: Академический Проект, 2008. – 312 с.
4. Березко, О. М. Ландшафтное обустройство территории [Текст] / О. М. Березко Минск. БГТУ, 2015. – 84 с.
5. Бухвалов, В.А., Экологическая экспертиза: Введение в антропоэкологию. [Текст] / В. А. Бухвалов, Л. В. Богданова, Л. З. Купер. – М.: Л А «Варяг», 1995. – 192 с.
6. Владимиров, А. М., Охрана окружающей среды [Текст] / А. М. Владимиров, Ю. И. Ляхин, В. Г. Орлов, – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 424 с.
7. Гарин, В. М., Экология для технических ВУЗов [Текст] / В. М. Гарин, И. А. Кленова, В. И. Колесников, – Ростов-на Дону: ФЕНИКС, 2001. – 384 с.
8. Гмошинский, В.Г. Инженерная экология [Текст] / В. Г. Гмошинский, – М.: Знание, 1974. – 64 с.
9. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации» [Электронный ресурс] / Министерство природных ресурсов и экологии России – Электрон. дан. М.: Мин. природ. рес. и экологии – Режим доступа: <http://www.mnr.gov.ru/regulatory/list.php?part=1101>, свободный. – Загл. с экрана.
10. Гусева, Т. В. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды [Текст] / Т. В. Гусева. – М.: ФОРУМ, 2010. – 261 с.
11. Егоренков, А. И. Охрана окружающей среды [Текст] / А. И. Егоренков. – М.: ФОРУМ, 2013. – 256 с.
12. Кирпатовский, И. П. Охрана окружающей природы: справочник [Текст] / И. П. Кирпатовский, – М.: Химия, 1980. – 376 с.
13. Лысухо, Н. А. Отходы производства и потребления и их влияние на окружающую среду [Текст] / Н. А. Лысухо, Д. М. Ерошина. – Мн.: МГЭУ им. А. Д. Сахарова, 2011 – 280 с.
14. Макарова, Л.Ю. Основы общей экологии [Текст] / Л. Ю. Макарова, - Рязань, РГСХА, 2002. – 118 с.
15. Проблемы мониторинга и охраны окружающей среды [Текст] / труды первого советско-канадского симпозиума, – СССР, Тбилиси, 11-17 апреля 1988 г., Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 390 с.
16. Реймерс, Н. Ф. Экология (теории, законы, правила принципы и гипотезы). [Текст] / Н. Ф. Реймерс. – М.: Россия Молодая, 1994. – 367 с.
17. Степановских, А.С. Охрана окружающей среды [Текст] / А. С. Степановских, – Курган: ГИПП «Зауралье», 1998. – 512 с.
18. Тихонова И.О., Мониторинг атмосферного воздуха [Текст] / И. О. Тихонова, В.В. Тарасов, Н. Е. Кручинина. М.: ФОРУМ: ИНФА-М, 2008, – 128 с.
1. Федорова, А. И., Практикум по экологии и охране окружающей среды [Текст] / А. И. Федорова, А. Н. Никольская, – М.: Владос, 2003. – 288 с.
2. Экология России [Текст] / под ред. А. В. Смурова, В. В. Снакина. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 352 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица 1 – Справочные данные для расчета уровня загрязнения атмосферного воздуха отработанными газами автотранспорта

Параметры	коэффициенты
тип автомобиля	$K_T$
легкий грузовой	2,3
средний грузовой	2,9
тяжелый грузовой (дизельный)	0,2
автобус	3,7
легковой	1,0
тип местности по степени аэрации	$K_A$
транспортные тоннели	2,7
транспортные галереи	1,5
магистральные улицы и дороги с многоэтажной застройкой с двух сторон	1,0
жилые улицы с одноэтажной застройкой, улицы и дороги в выемке	0,6
городские улицы и дороги с односторонней застройкой, набережные эстакады, виадуки, высокие насыпи	0,4
пешеходные тоннели	0,3
продольный уклон	$K_V$
0	1,00
2	1,06
4	1,07
6	1,18
8	1,55
скорость ветра, м/с	$K_C$
1	2,70
2	2,00
3	1,50
4	1,20
5	1,05
6	1,00
относительная влажность	$K_B$
100	1,45
90	1,30
80	1,15
70	1,00
60	0,85
50	0,75
тип пересечения	$K_{II}$
регулируемое пересечение:	
— со светофором обычное	1,8
— со светофором управляемое	2,1
— саморегулируемое	2,0
нерегулируемое:	
— со снижением скорости	1,9
— кольцевое	2,2
— с обязательной остановкой	3,0

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица 2 – Выбросы загрязняющих веществ различным автотранспортом, г/км

Тип автомобиля	Тип двигателя	Диоксид углерода	Углеводороды	Оксид азота	Сажа
легковой	внутреннего сгорания	20	2	3	0,05
грузовой	внутреннего сгорания	70	8	7	0,15
автобус	дизельный	10	3	6	1
	газовый	30	5	4	менее 0,05

*Примечание:* грузовые автомашины с дизельным и газовым моторами можно приравнять к автобусам с соответствующим двигателем. В среднем за год одна автомашина выбрасывает в атмосферный воздух 200 кг диоксида углерода, 60 кг оксидов азота, 40 кг углеводородов, 3 кг металлической и резиновой пыли, 2 кг диоксида серы и 0,5 кг свинца.

Таблица 3 – Пример заполнения данных по интенсивности транспортного потока

*Транспортный поток*  
Улица \_\_\_\_\_, дата \_\_\_\_\_

Тип автомобиля	Направление				Направление				итого
	утро	день	вечер	итого	утро	день	вечер	итого	
итого									

Таблица 4 – Пример заполнения таблицы структуры транспортного потока

Направление	Доля разных типов автотранспорта в общей структуре транспортного потока, %				
	легковой	автобус	легкий грузовой	средний грузовой	тяжелый грузовой
в обоих направлениях					

### Задание для микроисследования

1. Определите транспортный поток на выбранной улице за 1 час;
2. Рассчитайте суточную динамику транспортного потока и определите категорию места исследования (автодороги, шоссе, автомагистрали...) в зависимости от расчетной интенсивности транспортного потока;
3. Определите структуру транспортного потока;
4. Проведите исследование загрязнения атмосферного воздуха автомобильным транспортом в районе вашего проживания.
5. Рассчитайте выбросы вредных веществ карбюраторными и дизельными двигателями, а также выбросы отдельных типов автотранспорта;
6. Оцените уровень загрязненности воздуха отработанными газами автотранспорта по концентрации окиси углерода.
7. Дайте аналитическое заключение об экологическом состоянии места исследований и влиянии автотранспорта на загрязнение городской среды;
8. Определите оптимальный транспортный поток, если ПДК<sub>СО</sub> по автотранспорту составляет 5мг/м<sup>3</sup>.
9. Разработайте систему мероприятий по снижению уровня загрязненности автострады.
10. Оформите отчет по микроисследованию.

**Методика и порядок проведения отчетного занятия**

*Дисциплина:* «Охрана природы»

*Тема:* «Влияние автотранспорта на окружающую среду»

*Активный метод:* «Исследование с элементами дискуссии»

*1 шаг. Самостоятельная работа обучающихся*

Деление обучающихся на подгруппы (задания выдаются методом лотереи):

1. Селитебная зона;
2. Деловая зона;
3. Транспортная зона;
- 4 Рекреационная зона;

По общепринятой методике определить структуру и интенсивность транспортного потока на нескольких дорогах в выбранной зоне и рассчитать уровень загрязнения окружающей среды оксидом углерода.

Результаты оформляются в виде доклада с презентацией. Время доклада – 5 минут. Представляется экологическая характеристика места исследования, структура и интенсивность транспортного потока, градация автодороги по категории интенсивности транспортного потока (низкая, средняя, высокая), и рассчитанное количество оксида углерода.

*2 шаг. Представление результатов работы групп.* Выступление групп и вопросы на уточнение содержания.

*3 шаг Разработка мер снижения воздействия автотранспорта на окружающую среду в каждой из зон.*

Каждая группа представляет список наилучших решений для своей зоны. Метод представления – листы или ватман с таблицей.

*4 шаг. Смена темы.* Задание для групп – Дополните и исправьте список методов снижения воздействия другой группы. Повторять то, что написано на предыдущем этапе, нельзя».

*5 шаг. Смена темы.* Задание для групп – Дополните и исправьте список методов снижения воздействия другой группы. Повторять то, что написано на предыдущем этапе, нельзя».

*6 шаг. Смена темы.* Задание для групп – Дополните и исправьте список методов снижения воздействия другой группы. Повторять то, что написано на предыдущем этапе, нельзя».

*7 шаг Составление обобщённого списка «меры снижения воздействия автотранспорта на городскую среду».*

*8 шаг. Выход из игры.* Эссе. «Влияние автотранспорта на городские экосистемы и меры по снижению воздействия».

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Таблица 5 - Газопоглощающие и пылеосаждающие способности деревьев

Вид	Количество листвы на растении (сух. вес в кг.)	Площадь поверхно- сти листвы на одно дерево	Эффектив- ность газо- поглощения за сутки в гр.	Удельное газопогло- щение на 100 гр. су-хой листвы	Количество пылеоса- ждения на м <sup>3</sup> листвы
деревья					
Тополь Канадский	9,7	300	7,9	81,5	1128
Липа обыкновенная	8	200	5,9	74	101,4
Клен	3,9	60	2,6	66,5	4138
Береза боровая	3,2	70	2,2	69,5	4482
Ива белая	1,6	200	1,3	79,5	9028
Ясень зеленый	5,4	210	4,7	80,5	2080
кустарники					
Жимолость	0,8	3,5	0,4	45,5	2322
Сирень обыкновенная	1,3	3,9	0,9	68	4893
Лох узколистный	1,6	6	0,9	58	2224
Дерен белый	0,5	2,5	0,4	72,5	1354

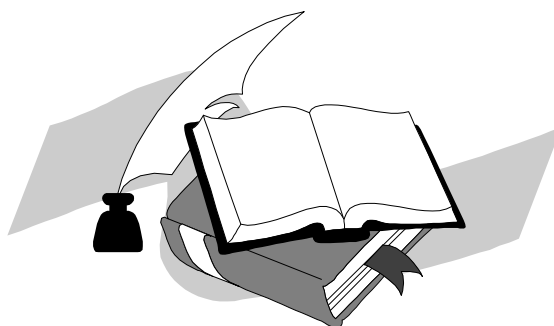


**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА  
(ФГБОУ ВО РГАТУ)**

**ФАКУЛЬТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОТЕХНОЛОГИИ**

## **ВВЕДЕНИЕ В БИОТЕХНОЛОГИЮ**

**Методические указания**  
к практическим занятиям и самостоятельным работам  
для обучающихся факультета ветеринарной медицины и биотехнологии  
по направлению подготовки 06.03.01 Биология



Рязань, 2019

Методические указания выполнены с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 07 августа 2014., приказ № 944

Методические указания подготовлены доцентом кафедры зоотехнии и биологии Уливановой Г. В.

Методические указания разработаны для выполнения практических и самостоятельных работ по дисциплине «Введение в биотехнологию» для обучающихся по направлению подготовки 06.03.01 «Биология».

Рецензенты: кандидат биологических наук, доцент кафедры зоотехнии и биологии Глотова Г. Н., кандидат биологических наук, доцент кафедры ВСЭ, хирургии, акушерства и ВБЖ Киселева Е. В.

Методические указания рассмотрены на заседании кафедры зоотехнии и биологии, протокол № 1 от 30 августа 2019 г.

Заведующий кафедрой зоотехнии и биологии



И. Ю. Быстрова

Методические указания одобрены учебно-методической комиссией по направлению подготовки «Биология», протокол № 1 от 30 августа 2019 г.

Председатель учебно-методической комиссии  
по направлению подготовки «Биология»



О. А. Федосова

## СОДЕРЖАНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ	с. 4
1.	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	5
1.1.	Современные проблемы биотехнологии	5
1.2.	Промышленное биотехнологическое производство	16
1.3.	Применение биотехнологических процессов для решения проблем окружающей среды	
1.4.	Способы создания объектов биотехнологии методами клеточной и генетической инженерии	41
2.	ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ	60
2.1.	Теоретические вопросы для самостоятельного изучения	60
2.2.	Вопросы к зачету	60
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	62

## ВВЕДЕНИЕ

**Цель изучения** дисциплины – формировать у обучающихся современные представления об уровне научных достижений в области биотехнологии, клеточной и генетической инженерии, энзимологии и знакомство с существующими промышленными биотехнологическими процессами различного уровня.

**Задачами** изучения дисциплины являются:

- дать представления об основных направлениях и перспективах развития биотехнологии;
- рассмотреть современные методы биотехнологии и познакомить обучающихся с возможностями ее применения в фармакологии, медицине, охране природы и в хозяйственных целях.

**Профессиональные задачи:**

*научно-исследовательская деятельность:*

- научно-исследовательская деятельность в составе группы;
- подготовка объектов и освоение методов исследования;
- участие в проведении лабораторных и полевых биологических исследований по заданной методике;
- выбор технических средств и методов работы, работа на экспериментальных установках, подготовка оборудования;
- анализ получаемой полевой и лабораторной биологической информации с использованием современной вычислительной техники;
- составление научных докладов и библиографических списков по заданной теме;
- участие в разработке новых методических подходов;
- участие в подготовке научных отчетов, обзоров, публикаций, патентов, организации конференций;

**Область профессиональной деятельности:** исследование живой природы и ее закономерностей, использование биологических систем в хозяйственных и медицинских целях, охрана природы.

**Объекты профессиональной деятельности:** биологические системы различных уровней организации; процессы их жизнедеятельности и эволюции; биологические, биоинженерные, биомедицинские, природоохранные технологии, биологическая экспертиза и мониторинг, оценка и восстановление территориальных биоресурсов и природной среды.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

Компетенции		Знать	Уметь	Иметь навыки
индекс	формулировка			
ОПК-11	способностью применять современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	основы биотехнологии и биоинженерии	излагать и критически анализировать базовую общепрофессиональную информацию	применения современных представлений об основах биотехнологических производств
ПК-1	способностью эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ	приборы и оборудование для исследования биологических агентов, целевых продуктов, биотехнологических методов очистки газо-воздушных выбросов, переработки стоков и деградации ксенобиотиков;	применять свои знания для эксплуатации аппаратуры при выполнении научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ	эксплуатации аппаратуры для исследования биологических агентов микробиологической отрасли промышленности

# 1. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

## 1.1. Современные проблемы биотехнологии

### 1.1.1. Занятие 1. История развития, цель и задачи биотехнологии

Фундаментом современной биотехнологии являются молекулярная биология, микробиология, генетика, биохимия, биофизика, технология, приборостроение. За последние 40-50 лет произошло скачкообразное развитие этих наук, что привело к форменной революции в производстве ветеринарных и медицинских биопрепаратов, созданию трансгенных растений и животных с заданными уникальными свойствами. Подобные исследования являются Приоритетными направлениями научно-технического прогресса и в XXI веке займут ведущее место среди всех наук.

Наука формировалась и эволюционировала по мере формирования и развития человеческого общества. Ее возникновение, становление и развитие условно можно подразделить на 4 периода.

I. *Эмпирический* (греч. «эмперикос» – опытный), или *доисторический*, период – самый длительный, охватывающий примерно 8000 лет, из которых более 6000 лет до нашей эры и около 2000 лет нашей эры. Древние народы того времени интуитивно использовали приемы и способы изготовления хлеба, пива, уксуса, получение кисломолочных продуктов, квашение капусты, силосование, которые теперь мы относим к разряду биотехнологических.

II. *Этиологический* (греч. «аитиа» – причина) период в развитии биотехнологии охватывает вторую половину XIX века и первую треть XX века (1856-1933 г. г.). Он связан с выдающимися исследованиями великого французского ученого Луи Пастера (1822-1895) – основоположника научной микробиологии. Пастер установил микробную природу брожений, доказал возможность жизни в бескислородных условиях, экспериментально опроверг существовавшее тогда представление о самопроизвольном зарождении живых существ, создал научные основы вакцинопрофилактики и вакцинотерапии; предложил метод пастеризации как способ стерилизации.

В этот же период занимались наукой его выдающиеся ученики, сотрудники и коллеги: Э. Дюкло, Э. Ру, И. И. Мечников, Р. Кох, Д. Листер, Ш. Китазато, Д. И. Ивановский и др.

В биотехнологии очень важным этапом является приготовление питательных сред для культивирования микроорганизмов и культур клеток. Уже в 1859 г. Л. Пастер приготовил жидкую питательную среду, Р. Коху в 1876 г. удалось вырастить бациллы сибирской язвы в капле водянистой влаги, извлеченной из глаза погибшей коровы. В 80-е гг. XIX столетия Р. Кох предложил метод культивирования бактерий на стерильных ломтиках картофеля, а позднее – на агаризованных питательных средах.

И как следствие этого, удалось доказать индивидуальность микроорганизмов и получить их в чистых культурах. Более того, каждый вид мог быть размножен на питательных средах и использован в целях воспроизведения соответствующих процессов (бродильных, окислительных и др.); например, маслянокислые бактерии и вызываемое ими маслянокислое брожение, лакто-бактерии и молочнокислое брожение, дрожжи-сахаромицеты и спиртовое брожение, уксуснокислые бактерии и окисление эталона до уксусной кислоты и т.д.

В этот период было начато изготовление прессованных пищевых дрожжей, а также продуктов обмена бактерий (метаболизма) – ацетона, бутанола, лимонной и молочной кислот. Во Франции приступили к созданию биоустановок для микробиологической очистки сточных вод.

Были решены основные задачи по конструированию, созданию и внедрению в практику необходимого оборудования, в том числе главного из них – биореактора

(ферментера, аппарата-культиватора). Это оборудование используют и в настоящее время.

Среди научных достижений особо стоит отметить следующие:

1868 г. – Ф. Мишер получил «нуклеин» (ДНК) из лейкоцитов;

1902 г. – Г. Хаберланд показал возможность культивирования клеток различных тканей растений в простых питательных растворах;

1912 г. – Ц. Нейберг раскрыл механизм процессов брожения;

1913 г. – Л. Михаэлис и М. Л. Ментен разработали кинетику ферментативных реакций.

III. *Биотехнический* период (1933-1972 г. г.). В 1933 г. А. Клюйвер и А. Х. Перкин опубликовали работу «Методы изучения обмена веществ у плесневых грибов», в которой изложили основные технические приемы, а также подходы к оценке получаемых результатов при глубинном культивировании грибов. Началось внедрение в биотехнологию крупномасштабного герметизированного оборудования, обеспечивающего проведение процессов в стерильных условиях. Особенно мощный толчок в развитии промышленного биотехнологического оборудования был отмечен в период становления и развития производства антибиотиков (время Второй мировой войны 1939-1945 г. г., когда возникла острая необходимость в противомикробных препаратах для лечения больных с инфицированными ранами).

Все прогрессивное в области биотехнологических и технических дисциплин, достигнутое к тому времени, нашло свое отражение в биотехнологии.

1937 г. – Кребс открыл цикл трикарбоновых кислот.

1953 г. – Ф. Крик и Дж. Уотсон расшифровали структуру ДНК.

Эти факты стали побудительным мотивом для разработки способов крупномасштабного культивирования клеток различного происхождения для получения разнообразных клеточных продуктов и самих клеток для нужд человека, и, прежде всего, пенициллина, стрептомицина, тетрациклинов, декстрана, ряда аминокислот и многих других веществ.

К 1950 г. Ж. Моно разработал теоретические основы непрерывного управляемого культивирования микробов, которые развили в своих исследованиях М. Стефенсон, И. Малек, М. Д. Иерусалимский и др.

В этот период французский ученый Р. Горте предложил способ долгого культивирования растительных тканей *in vitro*, (в стекле) за счет периодического пересаживания их на свежую питательную среду. Это открытие дало новый толчок в работе по культуре ткани, который ознаменовался нарастающим числом новых объектов, успешно введенных в культуру.

С открытием в 1955 г. нового класса фитогормонов-цитокининов, в частности кинетина, была получена возможность стимулировать деление клеток, поддерживать рост каллусной ткани, индуцировать морфогенез.

Большой успех в биотехнологии растений в нашей стране достигнут в институте физиологии растений А. А. Курсановым и Р. Г. Бутенко.

В этот период появляются биотехнологические процессы, значительно ускорившие процесс воспроизводства животных. В начале XX века был предложен И. И. Ивановым метод искусственного осеменения животных. В 1890 г. английский биолог из Кембриджского университета У. Вальтер провел успешную трансплантацию зиготы у кроликов и получил потомство. Начиная с 1930 г. проводились многочисленные опыты по трансплантации эмбрионов хирургическим путем у лабораторных и сельскохозяйственных животных. В нашей стране наиболее успешно осуществлял трансплантацию эмбрионов овец А. И. Лопырин, свиней – А. В. Квасницкий.

IV. Период биотехнологии – *геннотехнический* (греч. «гинесис» – происхождение, возникновение, рождение) – начался с 1972 г. В этом году в США П. Берг создал первую рекомбинантную молекулу ДНК, тем самым показав возможность направленных

манипуляций с генетическим материалом бактерий. Естественно, что без фундаментальной работы Ф. Крика и Дж. Уотсона (1953 г.) по установлению структуры ДНК, расшифровки генетического кода (М. Ниренберг, С. Очао, Г. Корана, 1962-1966 г. г.) было невозможным достигнуть современных результатов в области биотехнологии. Выяснение механизмов функционирования и репликации ДНК, выделение и изучение специфических ферментов привело к формированию строго научного подхода к разработке биотехнических процессов на основе генно-инженерных манипуляций.

В 1977 г. Итокура синтезировал ген гормона соматотропина человека, а в 1979 г. – ген инсулина человека. Уже в 1982 г. поступил в продажу человеческий инсулин, продуцируемый клетками кишечной палочки. Наряду с инсулином разработаны следующие генно-инженерные препараты: интерфероны, фактор некротизации опухоли (TNF), интерлейкин-2, соматотропный гормон человека и аналог его соматодомин Ц, антитрипсин, гемопоэтин и др.

В 1982 г. американские ученые Пальмитер и Бриксон получили первых трансгенных мышей. А сегодня уже получены сотни трансгенных животных и растений.

Большие возможности перед генной инженерией открыло изобретение в 1985 г. К. Мулисом полимеразной цепной реакции, позволившей сделать рутинным процесс синтеза генов. Большой прорыв в клеточной инженерии животных был сделан после разработки Келлером и Милстайном (1975 г.) методики получения моноклональных антител. Стало возможным получать безопасные вакцины (без ДНК возбудителя), а также диагностикумы.

Клонирование (копирование) животных только на основе наследственности одного из родителей было впервые осуществлено Гердоном (в 1962 г.) на лягушках и Вилмутом (1997 г.) – на овцах. В настоящее время имеются сотни клонированных животных, некоторые – в 3-4 поколениях.

С. Вилладсен (Кембридж) разработал микрохирургическую методику деления эмбриона и получения искусственных близнецов, а также способ клонирования эмбрионов для получения большого количества однородных животных. Так, в Англии для производства высококачественного мясного скота разработан дешевый метод получения эмбрионов. Яйцеклетки, полученные от мясных животных, помещают в культуральную среду и оплодотворяют спермой высококлассных мясных быков. После 6-дневного культивирования эмбрионы вводят молочным малоценным или более старым коровам тем же способом, который применяют при искусственном осеменении. Таким дешевым способом производят 75 % говядины в Великобритании.

В результате комбинации эмбриональных клеток овец и коз в Великобритании, Германии и США получены овцекозы и химеры.

Наиболее важные достижения биотехнологии в IV периоде.

1. Разработка интенсивных процессов (вместо экстенсивных) на основе направленных, фундаментальных исследований (с суперпродуцентами антибиотиков, ферментов, аминокислот, витаминов).

2. Создание различных продуктов, необходимых человеку на основе генно-инженерных технологий.

3. Создание необычных организмов, ранее не существовавших в природе: не клубеньковых растений, несущих ген азотбактерий, которые отвечают за способность фиксировать молекулярный азот из воздуха, в результате чего отпадает необходимость удобрять почву азотсодержащими удобрениями; светящихся растений; получение химер – овцекозы в США, индоутки – в России; томатогрибрида картофеля и томата, клонирование животных.

4. Разработка и внедрение в практику специальной аппаратуры, биотехнологических схем.



5. Автоматизация и компьютеризация биотехнологических оптимальных производственных процессов при максимальном использовании дешевого сырья и минимальном потреблении энергии.

6. Внедрение биотехнологии в воспроизводство животных – трансплантация эмбрионов от донора реципиентам – позволяет получить от выдающихся коров более 100 телят и ускоряет в 2-3 раза селекционный процесс.

В целом же применение биотехнологии в народном хозяйстве очень разнообразно.

В Российской Федерации наиболее интенсивные исследования в области биотехнологии и генной инженерии проводятся в филиале института биоорганической химии (ФИБХ) РАН (г. Пущено Московской области), центре «Биоинженерия» РАН и Всероссийском научно-исследовательском институте биотехнологии (ВНИИСХБ) РАН, Всероссийском институте животноводства (ВИЖ). В ФИБХс получены трансгенные растения плодовых, ягодных, декоративных, овощных и злаковых культур. В центре «Биоинженерия» специализируются на получении трансгенного картофеля, устойчивого к колорадскому жуку, вирусам и гербицидам. Во ВНИИСХБ получены трансгенные сорта томата, рапса, устойчивые к фитопатогенам и гербицидам.

В ФИБХе получены трансгенные растения табака с геном цекропина, устойчивые к грибным и бактериальным патогенам. В 1993 г. в ВИЖе получены трансгенные овцы с геном химозина (Л. К. Эрнст, Г. Брем, И. В. Прокофьев).

### **1.1.2. Занятие 2. Цитологические основы наследственности. Объекты биотехнологии Исследование биологических агентов, приборы и оборудование**

Объектами биотехнологии являются: клетки растений, животных и человека, бактерии, вирусы, грибы, некоторые вещества биологического происхождения (например, ферменты, нуклеиновые кислоты и др.), молекулы. Отсюда следует, что объекты биотехнологии относятся либо к микробам, либо к растительным или животным клеткам.

Клетка является основной единицей. Она имеет все свойства живого, то есть, способна размножаться, видоизменяться и реагировать на раздражения. Среди живых организмов встречаются два типа организации клеток: прокариотическая клетка (у прокариот - бактерий и синезеленых водорослей) и эукариотическая клетка (у эукариот, то есть всех остальных одно- и многоклеточных организмов - растений, грибов и животных).

#### *1.1.2.1. Вирусы. Структура ДНК-содержащих и РНК-содержащих вирусов*

*Вирусы* – частицы, содержащие нуклеиновые кислоты, белки, а иногда и липиды и способные размножаться лишь в клетке-хозяине. Вне клетки вирусы не могут реплицироваться, поскольку у большинства из них нет ферментов, необходимых для полного воспроизведения зрелой вирусной частицы. Диаметр вирусных частиц (их называют также вирионами) равен 20-300 нм. Таким образом, они намного меньше, чем даже мельчайшие из прокариотических клеток. Так как размеры белков и некоторых нуклеиновых кислот находятся в диапазоне 2-50 нм, вирусную частицу можно было бы считать просто комплексом макромолекул. Вследствие их малых размеров и неспособности к самовоспроизведению вирусы часто относят к разряду «неживого».

*ДНК-содержащие вирусы* (рисунок 1) несут в качестве генетического материала либо одно-, либо двухцепочечную ДНК, которая может быть как линейной, так и кольцевой. В ДНК закодирована информация обо всех белках вируса. Вирусы классифицируют в зависимости от того, одно- или двухцепочечная у них ДНК и про- или эукариотической является клетка-хозяин. Вирусы, заражающие бактерии, называются бактериофагами.

*Структура вируса* в принципе такова: это молекула ДНК в белковой «обертке», называемой капсидом. Существует, однако, множество разных вариантов строения

вирусов – от просто покрытой белком ДНК (например, бактериофаг Pfl) до сложных макромолекулярных комплексов, окруженных мембранными структурами (например, вирус оспы). Если у вируса есть мембрана, говорят, что он в оболочке, а если мембраны нет, вирус называют «раздетым». Различают четыре основных класса капсидов ДНК-содержащих вирусов: спиральные, икосаэдрические, сложные без оболочки, сложные с оболочкой.

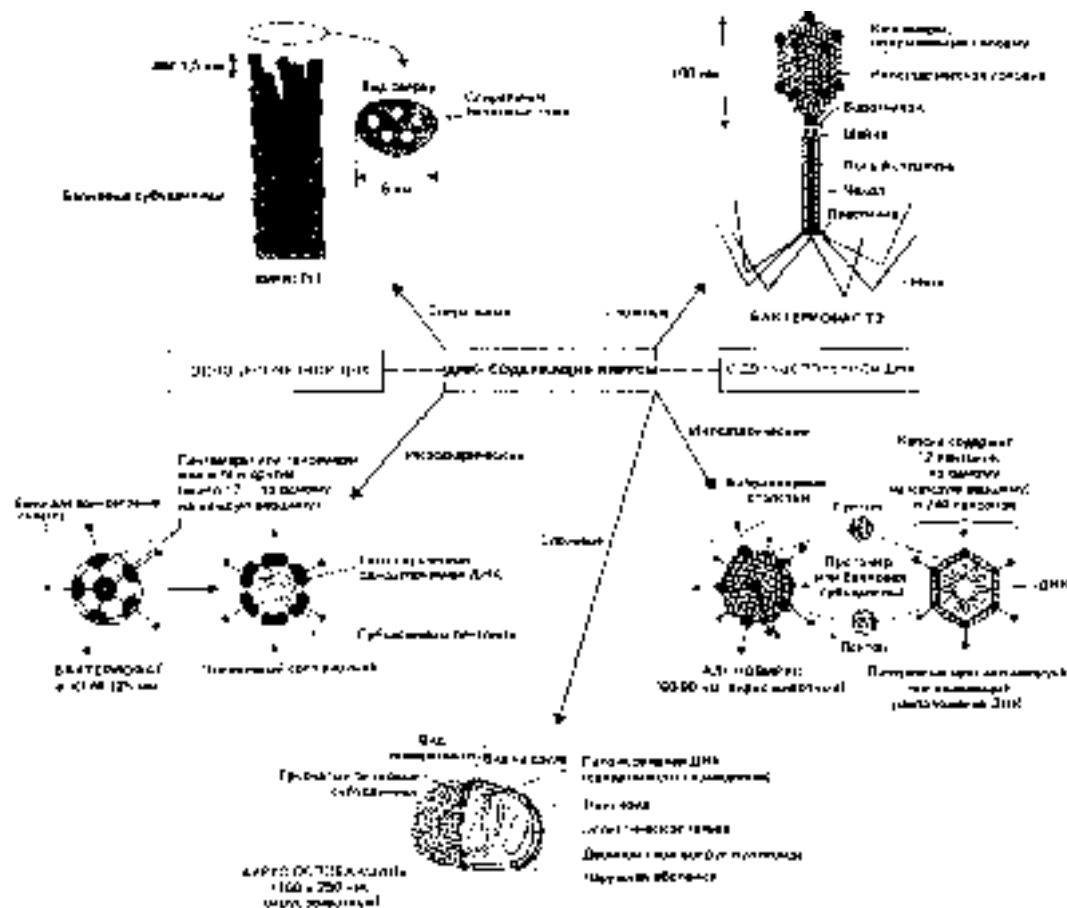


Рисунок 1 – ДНК-содержащие вирусы (Рис Э, Стернберг М., 2002).

*Спиральные капсиды* обычно встречаются у нитевидных вирусов. Они образуются путем самосборки асимметричных белковых субъединиц (капсомеров), объединяющихся в трубчатую структуру со спиральной симметрией (например, у Pfl). Субъединицы в большинстве случаев гомогенны, так что поверхность вириона состоит из множества копий одного и того же белка, хотя под наружным капсидом могут находиться и другие белки. ДНК в таких вирусах либо вытянута, либо может быть туго скручена в комплексе со специальными связывающими белками.

*Икосаэдрические капсиды* свойственны большинству сферических ДНК-содержащих вирусов. *Икосаэдр* – это многогранник с двадцатью треугольными гранями, имеющий кубическую симметрию и приблизительно сферическую форму. Вершины треугольников, соединяясь, образуют соответственно двенадцать вершин икосаэдра; в местах соединения располагаются обычно пентамерные белковые структуры – *пентоны*; там же могут находиться участки, на которых формируются белковые нити, нередко ассоциированные с вершинами (например, у ф X174). Грани икосаэдра заполнены другими белковыми субъединицами, сгруппированными обычно в гексамерные структуры – *гексоны* (например, у аденовируса). Количество субъединиц, необходимое для заполнения граней, определяется размерами вириона в целом, и разные икосаэдрические

вирусы содержат поэтому разное число гексонов – обычно при неизменном числе пентонов. ДНК обычно плотно свернута внутри капсида; иногда она связана с белками или полипептидами, способными стабилизировать ее структуру.

*Сложные капсиды без оболочки* типичны для бактериофагов: они состоят из частей с разными типами симметрии. У бактериофага T2, например, ДНК находится в икосаэдрической головке, а для «узнавания» бактерии и введения в нее ДНК служат трубчатые и фибриллярные структуры (в узнавании участвует также лизоцим, расположенный на дистальном конце хвостового отростка).

*Сложные капсиды с оболочкой* есть только у вирусов эукариотических клеток. Они свойственны многим вирусам с нуклеотидом, состоящим из ДНК-белковых комплексов. Эти комплексы окружены одним или несколькими белковыми слоями, имеющими либо икосаэдрическую, либо нерегулярную симметрию, и наружной мембраной, почти все белковые компоненты которой являются по своему происхождению вирусными, а липидные структуры – клеточными.

*Инфицирование* – процесс, посредством которого вирус внедряется в клетку-хозяина и «настраивает» ее метаболический аппарат на воспроизведение вирионов. Зараженные вирусом клетки либо остаются живыми (в этом случае говорят, что вирус *невирулентен*), либо подвергаются лизису, приводящему к высвобождению вирусных частиц. Неизменным итогом заражения клеток ДНК-содержащими бактериофагами является лизис. ДНК-содержащие вирусы животных вызывают лизис редко; клетки, однако, могут погибнуть из-за возникших при заражении хромосомных повреждений, вследствие иммунологической реакции организма или просто в результате нарушения вирусом нормальных клеточных функций.

*Размножение вируса* – четко очерченный цикл, приводящий в конечном счете, после синтеза новых молекул вирусных белков и большого числа копий вирусной ДНК, к формированию зрелых вирусных частиц. Хотя детали этого процесса могут различаться у разных ДНК-содержащих вирусов, по существу он универсален. У вирусов бактерий весь цикл может завершаться менее чем за час, тогда как у многих вирусов животных он занимает не один день.

*РНК-содержащие вирусы* (рисунок 2) не имеют ДНК; генетическая информация этих вирусов закодирована в РНК. РНК может быть одно- или двухцепочечной, а клетка-хозяин – про- или эукариотической. Только вирусы с одноцепочечной РНК заражают бактерии, тогда как вирусы растений и животных могут быть как одно-, так и двухцепочечными.

*Вирусы с двухцепочечной РНК* заражают как растения, так и животных. Например, вирус колорадской клещевой лихорадки и вирус карликовости риса заражают соответственно насекомых и растения. Эти вирусы содержат РНК в сегментированной форме: в виде некоторого числа двухцепочечных фрагментов.

*Вирусы с одноцепочечной РНК* можно разделить на два типа: с «плюс»-цепью и «минус»-цепью. У вирусов первого типа цепь РНК может функционировать в клетке-хозяине непосредственно как мРНК, тогда как у вирусов второго типа на «минус»-цепи должна сначала с помощью клеточных РНК-полимераз образоваться «плюс»-цепь. Вирусы животных бывают как первого, так и второго типов, а большинство вирусов растений относятся к «плюс»-типу. Особый класс «плюс»-одноцепочечных вирусов образуют ретровирусы, которые способны заражать только клетки животных. Они отличаются от других РНК-содержащих вирусов тем, что имеют диплоидный геном, состоящий из двух идентичных «плюс»-цепей РНК.

*Реовирусы* – это икосаэдрические вирусы без оболочки, белковый капсид которых состоит из двух слоев – наружного и внутреннего. Внутри капсида находятся 10 или 11 сегментов двухцепочечной РНК.

*Вирус гриппа* является примером вируса с «минус»-одноцепочечной РНК. У него есть оболочка и спиральная сердцевина. Последняя состоит из восьми сегментов «минус»-

РНК, которые в комплексе с белками образуют спиралевидные структуры. Каждый сегмент кодирует один из белков вируса. В наибольшем количестве вирус содержит белок матрикса, располагающийся на внутренней стороне оболочки и придающий ей стабильность. Все белки оболочки кодируются вирусной РНК, тогда как липиды являются по своему происхождению клеточными (см. «ДНК-содержащие вирусы», раздел «Сборка»). Основные белки оболочки - гемагглютинин и нейраминидаза.

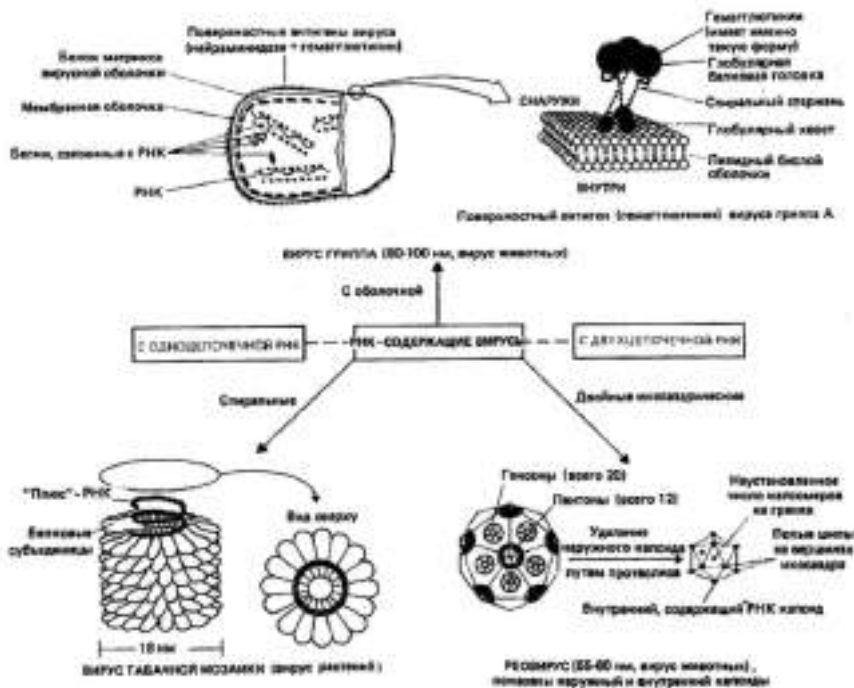


Рисунок 2 – РНК-содержащие вирусы (Рис Э, Стернберг М., 2002).

*Вирус табачной мозаики* – пример «плюс»- одноцепочечного вируса растений. Этот не имеющий оболочки спиральный вирус содержит 2130 идентичных молекул белка капсида и одну цепь РНК. РНК располагается в спиральном желобке, образованном белковыми субъединицами, и удерживается многочисленными слабыми связями.

*Ретровирусы* – относятся к «плюс»-одноцепочечным РНК-содержащим вирусам животных; почти все они являются онкогенными. У ретровирусов есть оболочка и икосаэдрическая сердцевина, содержащая две идентичные молекулы «плюс»-цепочечной РНК.

**Задание 1.** Ознакомьтесь с общими сведениями по теме и изучите основные понятия (прокариоты, эукариоты, вирусы, бактериофаги).

**Задание 2:** Изучите строение, классификацию неклеточных форм жизни-вирусов, используя данные методических рекомендаций и презентации «Вирусы-неклеточные формы жизни». Зарисуйте строение ДНК-содержащих и РНК-содержащих вирусов. Укажите различия.

*Задание для самостоятельной работы:*

1. Изучите процесс инфицирования клетки вирусной частицей. Зарисуйте обобщенные схемы размножения РНК-содержащих и ДНК-содержащих вирусов. Опишите основные этапы размножения вирусов. Укажите отличия..

2. Дайте определения терминам: капсид, бактериофаг, вирион, инфицирование, реовирус, ретровирус.

### 1.1.2.2. Прокариотическая клетка. Строение прокариот

Прокариотическая клетка (рисунок 3) – простейший тип живой клетки. К прокариотам относятся такие одноклеточные организмы, как бактерии и сине-зеленые водоросли. Определяющей особенностью прокариотической клетки является наличие прямого контакта между ее хромосомой и цитоплазмой. Хромосомы эукариотической клетки, напротив, заключены в мембранную структуру – ядро. От эукариотических клеток прокариоты отличаются, кроме того, отсутствием митохондрий и хлоропластов, меньшими размерами рибосом (их коэффициент седиментации 70S), а также весьма ограниченной – из-за наличия клеточной стенки – способностью выделять и поглощать крупные молекулы.

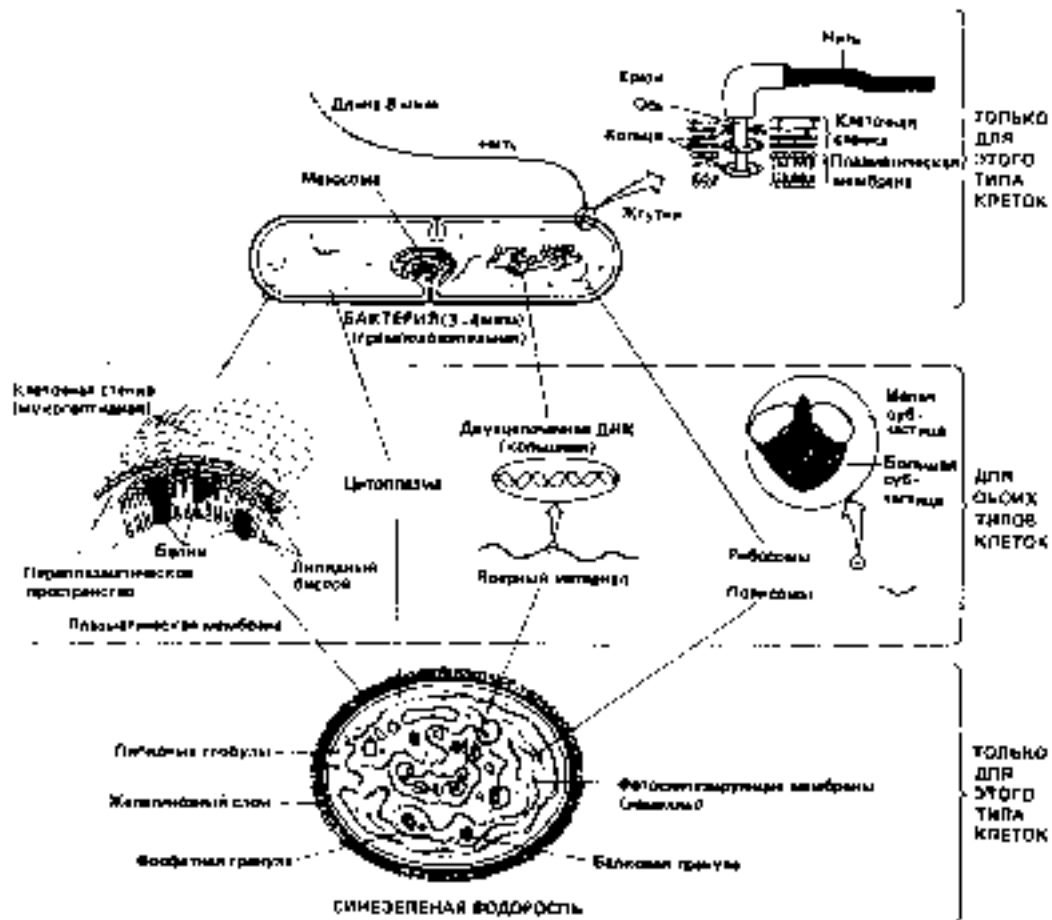


Рисунок 3 – Строение прокариотической клетки (Рис Э, Стернберг М., 2002).

*Хромосома* в прокариотической клетке всего одна. Она представляет собой непрерывный кольцевой тяж двухцепочечной ДНК. Молекула ДНК может достигать длины около 1 мм (например, у бактерии *E. coli*) в клетке она обычно туго скручена в компактную спиральную структуру. ДНК у бактерий не образует комплексов с белками, поэтому подавляющее большинство наследственных задатков – генов, входящих в состав хромосомы, «работает», т. е. с них непрерывно считывается наследственная информация. Существуют также внехромосомные ДНК-содержащие элементы – *плазмиды*. Это маленькие двухцепочные кольцевые структуры, состоящие из нескольких тысяч пар нуклеотидов.

Они являются автономными генетическими элементами, реплицирующимися в бактериальной клетке не одновременно с основной молекулой ДНК. Хотя на долю

плазмид приходится лишь небольшая часть клеточной ДНК (0,1-0,01 %), именно они несут такие жизненно важные для бактерии гены, как гены лекарственной устойчивости. Разные плазмиды содержат разные гены устойчивости к антибактериальным препаратам. Простота устройства плазмид и легкость, с которой они «входят и выходят» из бактерий, используются в генной инженерии для введения в клетки бактерий генов высших организмов.

*Плазматическая мембрана* клетки состоит из липидов и белков. Она служит полупроницаемым барьером, контролирующим перенос малых молекул и ионов в клетку и из клетки.

*Мезосома* представляет собой впячивание плазматической мембраны в цитоплазму. Она содержит многослойную мембранную систему, которая своей цитоплазматической стороной часто связана с ДНК. Считается, что мезосомы участвуют в клетке в двух разных процессах: они могут служить местом прикрепления ДНК (особенно во время репликации) и играть определенную роль в секреции.

*Клеточная стенка* расположена снаружи от плазматической мембраны и покрывает всю клетку. Она сообщает клетке жесткость, придает ей определенную форму, а также защищает ее от повреждения при осмотических и механических воздействиях. У бактерий клеточная стенка представляет собой жесткую сеть из липидов, полисахаридов и белков. В структурном отношении бактериальная клеточная стенка бывает в основном двух типов; в соответствии с этим бактерии разделяют на грамположительные и грамотрицательные. У сине-зеленых водорослей клеточная стенка построена из простых полисахаридов, таких как целлюлоза.

У грамположительных бактерий стенка толще, в нее встроены полисахариды и белки. У грамотрицательных – тоньше, но она покрыта слоем липидов, который обеспечивает защиту от пенициллина и лизоцима.

*Желатинозный слой (гликокаликс)* – самый наружный слой прокариотической клетки; чаще всего он встречается у сине-зеленых водорослей.

*Жгутик* – белковая органелла, отходящая от поверхности клетки в виде вытянутого отростка длиной от 1 до 20 мкм. С помощью жгутиков клетка перемещается в жидкой среде.

*Рибосома* – сложная органелла, в которой осуществляется синтез белка. В связи с тем что бактерии размножаются с высокой скоростью, рибосомы могут составлять до 40 % массы клетки. Рибосома – это комплекс молекул белков и РНК (рРНК), образующих почти сферическую частицу диаметром 20 нм. В рибосоме можно выделить две части – большую и малую субчастицы. Большая субчастица состоит из 34 разных белков, связанных с большой (23S) и малой (5S) молекулами рРНК. Малая субчастица содержит 21 белок и молекулу рРНК среднего размера (16S).

*Энергия для процессов биосинтеза в прокариотической* клетке поступает из двух основных источников. Первый – это нуклеозидтрифосфат, АТФ, который образуется в результате катализируемого группой ферментов гликолиза за счет энергии, содержащейся в молекулах такого рода питательных веществ, как гексозы (например, глюкозы). Энергия, запасенная в АТФ, может затем использоваться множеством разных ферментов в анаболических (биосинтетических) процессах. Второй, самый важный источник энергии – это АТФ, синтезируемый с помощью группы белков, расположенных рядом друг с другом в плазматической мембране и образующих так называемую цепь переноса электронов. Эта цепь, в конце которой происходит восстановление кислорода до воды, получает электроны от атомов водорода, продуцируемых в цикле Кребса при окислении кислотных субстратов. Образующиеся ионы  $H^+$  «откачиваются» через бактериальную мембрану транспортными белками, в результате чего между вне- и внутриклеточным пространством возникает разность рН и электрического потенциала. Запасенная в таком электрохимическом градиенте свободная энергия используется для синтеза молекул АТФ в расположенных в мембране так называемых F1-частицах.

*Фотосинтезирующие клетки*, такие как сине-зеленые водоросли и фотосинтезирующие бактерии, производят энергию для метаболических процессов, поглощая энергию видимого света. У сине-зеленых водорослей фотосинтетические мембраны – *ламеллы* – содержат специальные пигменты, функция которых состоит в поглощении световой энергии и превращении ее в химическую для синтеза АТФ. Поскольку прокариотические водоросли способны использовать диоксид углерода в качестве единственного источника углерода, т. е. могут «фиксировать» углерод, включая его в сложные молекулы, их называют автотрофами.

Фотосинтезирующие бактерии содержат специальные белки, например *бактериородопсин*, располагающиеся в плазматической мембране и реагирующие на свет созданием протонного градиента путем перекачивания ионов  $H^+$  через мембрану в одном направлении. Энергия возникающего таким образом электрохимического градиента используется затем для обеспечения синтеза АТФ. Эти бактерии отличаются, однако, от синезеленых водорослей тем, что они неспособны фиксировать  $CO_2$ . Для осуществления биосинтеза они вынуждены извлекать углерод из уже существующих органических молекул, и по этой причине их называют гетеротрофами.

Транспорт малых молекул и ионов через плазматическую мембрану осуществляется особыми механизмами.

*Эндоцитоз*, или поглощение белков и других макромолекул, находящихся в контакте с клеточной поверхностью, у прокариот происходит редко, однако у них возможен *экзоцитоз*.

*Движение прокариот* осуществляется с помощью жгутиков. Эти нитевидные отростки могут вращаться как по, так и против часовой стрелки. Вращением управляет сложное белковое образование, расположенное у основания жгутика. Отходящая от основания нить является полимером белка *флагеллина*. Клетка либо движется поступательно, либо как бы кувыркается на месте. У *E. coli* имеется небольшое число жгутиков, расположенных на одном конце клетки; тип движения клетки определяется направлением вращения ее жгутиков.

*Размножение прокариот* происходит неполовым путем. Каждая прокариотическая клетка делится на две в результате процесса, называемого митозом; с дочерними клетками происходит то же самое, и т. д.

### 1.1.2.3. Эукариотическая клетка. Строение эукариот

*Эукариотическая клетка* (рисунок 4) обладает целым рядом структурных особенностей, которые отсутствуют в более простой, прокариотической клетке.

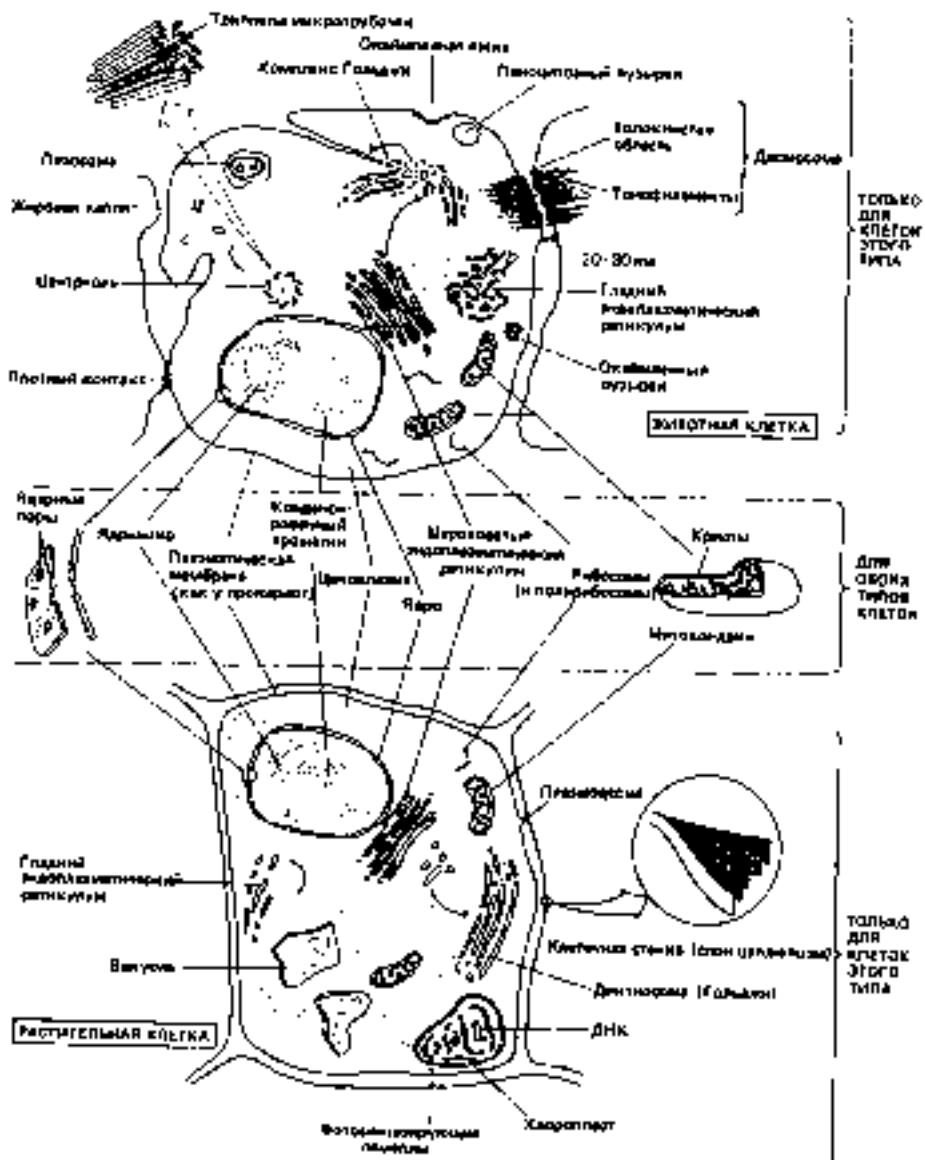


Рисунок 4 – Строение эукариотической клетки (Рис Э, Стернберг М., 2002).

Из эукариотических клеток состоят многие самые разнообразные организмы: высшие растения, многоклеточные животные, грибы и одноклеточные амёбы. Отдельные клетки из различных частей какого-либо высшего организма могут существенно отличаться друг от друга по морфологии и функции. По этой причине на представленной схеме отражены лишь главные черты большинства эукариотических клеток.

*Ядро* содержит нуклеиновые кислоты (ДНК и РНК), белки, а также небольшие молекулы и ионы, окруженные ядерной мембраной, состоящей из липидов и белков. Эукариотическая ДНК упакована в отдельные хромосомы, число которых варьирует в зависимости от вида (так, у человека в каждой диплоидной клетке 46 хромосом, а у огурца – 14).

*Диплоидная клетка* – это клетка, содержащая по две копии каждой хромосомы. Таким образом, в каждой клетке человека находится 23 пары хромосом, и диплоидное число их равно 46.

*Гаплоидная клетка* содержит только по одной копии каждой хромосомы, и, следовательно, гаплоидное число хромосом у человека равно 23.



*Эукариотические хромосомы.* ДНК в ядре обычно находится в комплексе с белками. Такие ДНК-белковые комплексы называются хроматином. Непрерывные нити хроматина, уложенные определенным образом, составляют хромосому. Приблизительно в центре каждой хромосомы имеется плотный, суженный участок, известный под названием *центромеры*. В этом месте хромосома прикрепляется к митотическому веретену во время деления.

*Ядрышко* представляет собой область внутри ядра, где локализованы гены, кодирующие три (28S, 16S и 5,8S) из четырех молекул рибосомных РНК. Плотная, волокнистая центральная зона ядрышка содержит ДНК-белковые комплексы; здесь происходит транскрипция генов рибосомных РНК.

*Центриоли* (обычно их две) лежат вблизи ядра. Каждая центриоль построена из цилиндрических элементов (микротрубочек), образованных в результате полимеризации белка *тубулина*. Девять триплетов микротрубочек расположены по окружности, как показано на рисунке. Центриоли принимают участие в формировании цитоплазматических микротрубочек во время деления клетки и в регуляции образования митотического веретена. В клетках растений центриолей нет, и митотическое веретено образуется там иным способом.

*Ядерная мембрана* состоит из двух слоев, разделенных перинуклеарным пространством. По всей поверхности ядерной мембраны равномерно распределены ядерные поры. Так называемый *поровый комплекс ядра* имеет гранулярную структуру – белковые гранулы располагаются по границе округлого центрального отверстия таким образом, что каждая гранула находится в вершине правильного восьмиугольника. Перенос веществ осуществляется главным образом через центральные области пор и происходит, по-видимому, как из ядра в цитоплазму, так и в обратном направлении.

*Плазматическая мембрана эукариот*, как и у прокариот, состоит из белков, углеводов и липидов. Она ограничивает полость, внутри которой помещаются клеточные компоненты. Некоторые органеллы, такие как *комплекс Гольджи*, напрямую связаны с поверхностью мембраны; другие же, как, например, *эндоплазматический ретикулум* (шероховатый и гладкий), непосредственно с плазматической мембраной не контактируют.

*Клеточная стенка*, имеющаяся только у растений, лежит снаружи от плазматической мембраны. Она состоит из большого числа слоев; каждый слой образован длинными цепями целлюлозных волокон. Такая структура придает клетке жесткость.

В цитоплазме эукариотических клеток можно выделить восемь структурных компонентов, объединенных под общим термином *органеллы*.

*Эукариотическая рибосома*, имеющая коэффициент седиментации 80S, крупнее своего прокариотического аналога, равно как и обе ее субчастицы: большая (60S) малая (40S).

*Гладкий эндоплазматический ретикулум (ГЭР)* представляет собой систему гладких внутриклеточных мембран. В этой органелле локализованы многие ферменты (в частности, оксидазы), катализирующие реакции обезвреживания ядовитых веществ. Помимо этого, на мембранах ГЭР протекают синтез липидов, а также гидролитическое расщепление гликогена (гликогенолиз).

*Шероховатый эндоплазматический ретикулум (ШЭР)* – это тоже система внутриклеточных мембран, которые выглядят шероховатыми из-за прикрепленных к ним многочисленных рибосомных частиц. Часть ШЭР находится в прямом контакте с ядерной мембраной. На мембранах ШЭР синтезируются белки, предназначенные либо для секреции во внеклеточную среду, либо для включения в плазматическую мембрану.

*Комплекс Гольджи* представлен собранными в стопки дисковидными мембранами и связанными с ними многочисленными пузырьками. Эта органелла располагается обычно между ШЭР и плазматической мембраной. Здесь происходит модификация белков (например, гликозилирование), предназначенных для секреции во внеклеточную среду

или для включения в плазматическую мембрану. На рисунке стрелками показан путь белков из ШЭР к комплексу Гольджи и в конечном итоге к плазматической мембране.

*Диктиосома*, обнаруженная у растений, выполняет ту же самую функцию, что и комплекс Гольджи у животных. По-видимому, она принимает участие также в синтезе и секреции компонентов клеточной стенки.

*Митохондрия* – это палочкообразная органелла диаметром около 1 мкм и длиной до 7 мкм. Она имеет двойную мембрану, разделяющую ее на два *компартамента*. Область, ограниченная складчатой внутренней мембраной (складки называются *кристами*) и известная под названием *митохондриального матрикса*, содержит рибосомы и митохондриальную ДНК – кольцевую двухцепочечную молекулу, кодирующую некоторые митохондриальные белки. Во внутренней мембране локализован фермент, ответственный за синтез АТФ, – так называемый F1-комплекс. В компартменте, заключенном между наружной и внутренней мембранами, находятся субстраты, ферменты и некоторые метаболиты. Число митохондрий в одной-единственной клетке может достигать нескольких тысяч.

*Хлоропласт* – это органелла, по размерам (5-10 мкм в диаметре) примерно такая же, как эритроцит, а по форме напоминающая двояковыпуклую линзу. Он представляет собой комплекс мембран: двойной наружной и складчатых внутренних, организованных в виде стопок дисков. Эти диски, называемые *тилакоидами*, содержат компоненты фотосинтезирующего аппарата.

*Цитоскелет* – обязательный компонент всех эукариотических клеток – представляет собой сложную сеть филаментов, пересекающих клетку в различных направлениях.

Секреция белков предшествует последовательность событий, начинающихся с переноса белковой цепи, синтезированной на рибосомах, во внутреннюю полость ШЭР, которая называется цистерной. После этого белок в составе специфических везикул транспортируется в комплекс Гольджи, откуда выделяется во внеклеточную жидкость. Мембранные белки, предназначенные для включения в плазматическую мембрану, лишь частично входят в цистерну ШЭР. Основная часть белковой цепи остается каким-то образом связанной с мембраной ШЭР. Фрагмент белка, обращенный в сторону цистерны ШЭР, может быть частично гликозилирован, т. е. с помощью специальных ферментов к нему могут быть присоединены молекулы Сахаров. Как и в случае секретируемых полипептидов, белок переносится затем в комплекс Гольджи, где завершается гликозилирование и происходят другие модификации. Процесс заканчивается транспортом белка к плазматической мембране.

*Энергия в эукариотических клетках* вырабатывается в цитоплазме и митохондриях (у животных и растений) или в хлоропластах (только у растений) и запасается в молекулах нуклеозидтрифосфата, АТФ. Эта молекула является наиболее универсальным источником энергии, хотя в некоторых реакциях могут использоваться и другие нуклеозидтрифосфаты, например GTP. АТФ образуется в цитоплазме в результате разнообразных катаболических процессов, таких как гликолиз, а энергия, запасенная в трифосфатной группе, расходуется в ходе биосинтетических (анаболических) реакций. Основное место синтеза АТФ у животных – это митохондрия, а у растений – хлоропласт.

*Задание 3.* Рассмотрите под микроскопом строение прокариотической и эукариотической клетки. Изучите различия в строении этих клеток.

*Задание 4.* Зарисуйте строение прокариотической клетки. Отметьте основные органоиды. Письменно ответьте на вопросы:

1. Чем отличаются клетки бактерий и сине-зеленых водорослей?
2. Каковы различия в строении клеточной стенки у грамположительных и грамотрицательных бактерий?

**Задание 5.** Зарисуйте строение эукариотической клетки. Отметьте основные органоиды.

**Задание 6.** Ознакомьтесь с функциями основных органоидов эукариотической клетки. Результаты представьте в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Основные органоиды клетки

№ п/п	Органоид	Выполняемая функция	Основные особенности строения

**Задание 7:** Ответьте на вопросы.

1. Строение и размножение вирусов.
2. Имеют ли вирусы клеточное строение?
3. Какие вирусы называются бактериофагами?
4. Строение и размножение бактериофага.
5. Какие организмы относятся к прокариотам?
6. Строение бактерий.
7. Чем представлен генетический аппарат в бактериальной клетке?
8. Строение и типы плазмид.
9. Кто и в каком году создал клеточную теорию?
10. Основные положения клеточной теории.
11. Строение эукариотической клетки по современным данным.
12. Строение и функции мембранных органоидов.
13. Строение и функции немембранных органоидов.
14. Какие органоиды эукариотической клетки содержат ДНК?
15. Строение ядра.
16. Химический состав, строение и функции хромосом.
17. Сходство и различие в строении растительной и животной клеток.
18. Сходство и различие в строении клеток прокариот и эукариот.

### **1.1.3. Занятие 3. Молекулярные основы наследственности**

Молекулярная генетика исследует процессы, связанные с наследственностью на молекулярном уровне. Носителем наследственной информации является ДНК (у ретровирусов – РНК), а *ген* – это участок молекулы ДНК, ответственный за формирование какого-либо признака. Дезоксирибонуклеиновая (ДНК) и рибонуклеиновая (РНК) кислоты – биополимеры, мономерами которых являются *нуклеотиды* (рисунки 5, 6).

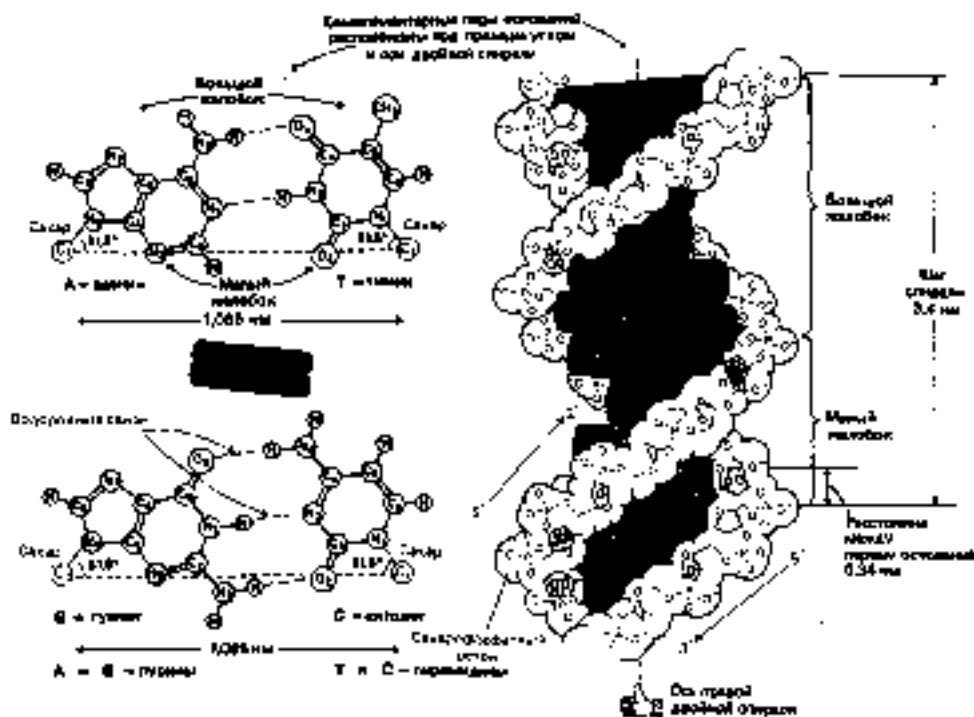


Рисунок 5 – Двойная спираль ДНК (Рис Э, Стернберг М., 2002).

Нуклеотид состоит из трех химических веществ: углевода (У), остатка фосфорной кислоты (Ф) и азотистого основания (А): Ф-У-А. ДНК отличается от РНК углеводом: ДНК содержит дезоксирибозу, а РНК – рибозу.

В ДНК содержатся азотистые основания: аденин, гуанин, тимин и цитозин. В молекуле РНК тимин заменяется на урацил. Молекула ДНК, как правило, двухцепочечная, а РНК – одноцепочечная.

Нуклеотиды двух цепочек ДНК соединяются с помощью азотистых оснований по правилу *комплементарности* (дополнительности): аденин с тимином, а гуанин с цитозином.

В раскрученном виде ДНК имеет подобие лестницы. Ее прочные (с ковалентными связями) перила образованы сахарами и фосфатами, а ступени – азотистыми основаниями, между которыми имеются более слабые водородные связи.

Последовательность расположения нуклеотидных пар создает специфичность молекулы ДНК и позволяет (при огромной ее длине) зашифровать большое количество информации. Молекула ДНК состоит из правозакрученных антипараллельных цепочек, одна из которых (как правило) является смысловой, то есть содержит генетическую информацию (рисунок 5).

ДНК способна к *авторепродукции*, то есть самовоспроизведению. Процесс этот происходит в период S-интерфазы перед митозом или мейозом. Перед делением клетки на две дочерние все молекулы ДНК должны воспроизвести подобные им молекулы для того, чтобы каждая дочерняя клетка получила полный набор молекул ДНК и полный объем генетической информации, содержащейся в ДНК материнской клетки. При авторепродукции каждая молекула ДНК распадается на две одиночные цепи (при помощи фермента ДНК-нуклеазы), а затем на каждой материнской цепи достраивается дочерняя из свободных нуклеотидов по правилу комплементарности (при помощи фермента ДНК-полимеразы). Две новые цепочки являются точной копией материнской.

*Рибонуклеиновые кислоты* (РНК), присутствующие в клетках как про-, так и эукариот, бывают трех основных типов: *информационная* (матричная, мРНК), *транспортная* (тРНК) и *рибосомная* (рРНК). В ядре клеток эукариот содержится РНК

четвертого типа – *гетерогенная ядерная РНК* (гЯРНК). У некоторых вирусов РНК служит носителем генетической информации.

*мРНК* является копией (*транскриптом*) соответствующей ДНК. Этот транскрипт служит матрицей для синтеза белка. Каждые три последовательных основания мРНК (называемые *кодоном*) детерминируют один аминокислотный остаток. Молекулы тРНК переносят специфические аминокислотные остатки к определенному участку мРНК в ходе синтеза белка.

В настоящее время структура *тРНК* хорошо известна (рисунок 6). Молекулы рРНК встречаются в различных формах и образуют в комплексе с белками рибосому – сложную органеллу, в которой происходит синтез белка.

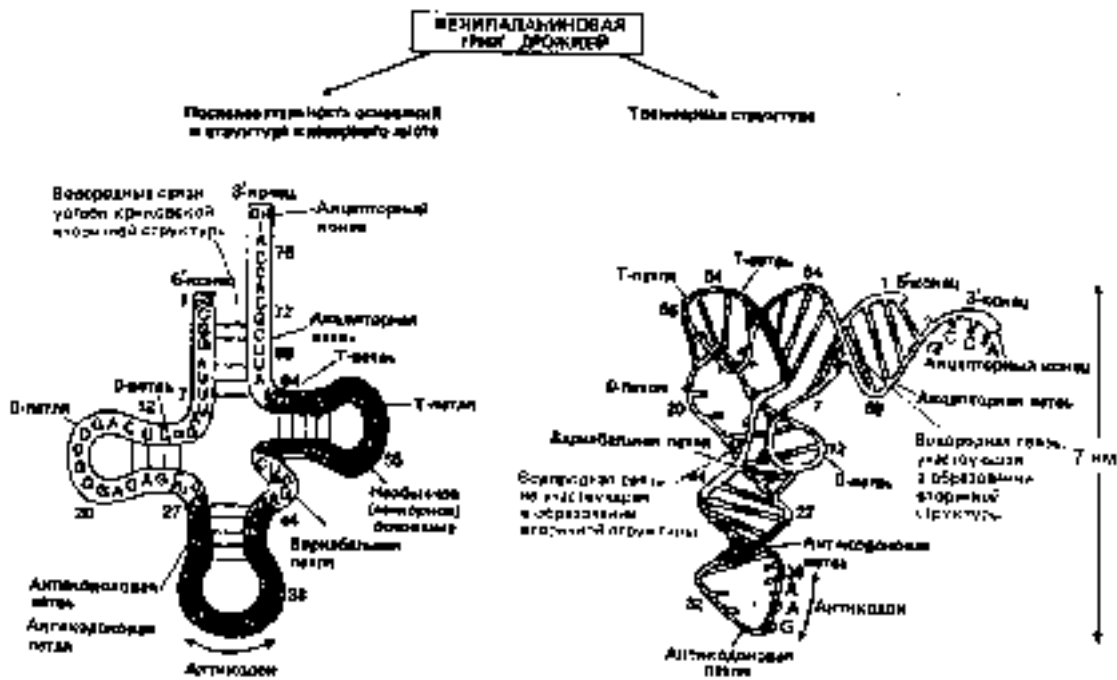


Рисунок 6 – Структура т-РНК (Рис Э, Стернберг М., 2002).

*Сведберг* (S) единица измерения коэффициента седиментации, являющегося мерой массы макромолекулы. Его находят, измеряя скорость осаждения молекул в центробежном поле.

тРНК узнает соответствующий кодон в мРНК и переносит нужную аминокислоту к растущей полипептидной цепи. Узнавание кода в мРНК осуществляется с помощью трех последовательных оснований в тРНК, называемых антикодомом. Аминокислотный остаток может присоединиться к 3'-концу молекулы тРНК. Специфичность такой системы переноса обеспечивается тем, что имеется по крайней мере одна тРНК для каждой аминокислоты.

Реализация генетической информации происходит в процессе биосинтеза белков. Белки – органические соединения, играющие важную роль в жизнедеятельности живых организмов, 80 % которых составляют клеточные структуры; белковую природу имеют почти все ферменты-катализаторы биохимических реакций, многие гормоны. Сократимые белки мышц обуславливают движение, а белки иммуноглобулины – защиту организма от инфекций.

Несмотря на многообразие белков, их видовую и тканевую специфичность молекулы имеют единый план строения. Как и нуклеиновые кислоты, они являются линейными полимерами, но их мономерами становятся не нуклеотиды, а аминокислотные остатки. В состав белковой молекулы могут входить до 20 различных аминокислот. Ниже

приведены их названия и общепринятые условные обозначения: Аланин (ала) Аргинин (арг) Аспарагин (асин) Аспарагиновая кислота (асп) Валин (вал) Гистидин (гис) Глицин (гли) Глутами (глун) Глутаминовая кислота (глу) Изолейцин (илей) Лейцин (лей) Лизин (лиз) Метионин (мет) Пролин (про) Серин (сер) Тирозин (тир) Треонин (тре) Триптофан (три) Фенилаланин (фен) Цистеин (цис).

Аминокислоты соединяются в цепь, образуя полипептид. Молекула белка представляет собой одну или несколько связанных между собой полипептидных цепей. Последовательность, или порядок расположения, аминокислотных остатков называется первичной структурой белка.

Первичная структура белка зашифрована на структурных генах молекулы ДНК (или РНК). Одну аминокислоту шифрует один триплет (кодон) – три расположенных рядом в цепочке ДНК (или РНК) нуклеотида. Например, триплет информационной РНК УУУ кодирует аминокислоту фенилаланин, АУУ – изолейцин, ГЦЦ – аланин. Из четырех нуклеотидов нуклеиновых кислот (ДНК и РНК) можно составить 64 триплета. Из них 61 являются смысловыми (то есть шифруют какую-то аминокислоту) и 3 – бессмысленными (нонсенсы), так называемые стоп-кодона. Последние не кодируют аминокислот, а означают окончание информации о строении молекулы белка.

Синтез белка осуществляется в два этапа: транскрипция и трансляция.

I. *Транскрипция* – это переписывание генетической информации с молекулы ДНК на молекулу и-РНК (информационную, или матричную, РНК). ДНК деспирализует, рвутся водородные связи между азотистыми основаниями, и цепочки расходятся на участке какого-либо гена. Затем на смысловой цепочке ДНК, на участке структурного гена, синтезируется молекула и-РНК (при помощи фермента РНК-полимеразы) по правилу комплементарности (А-У; Г-Ц) из свободных нуклеотидов.

II. *Трансляция* – этап синтеза белка, происходящий в рибосомах ядра и цитоплазмы. В нем активное участие принимают транспортные РНК (т-РНК), которые подносят к рибосоме активированные аминокислоты и участвуют в расшифровке генетического кода. Небольшие молекулы (70-90 нуклеотидов) т-РНК способны сворачиваться таким образом, что образуют структуры, напоминающие по форме клеверный лист. В клетке имеется столько же разных т-РНК, сколько кодонов, шифрующих аминокислоты. На вершине среднего «листа» имеется распознающий триплет – антикодон.

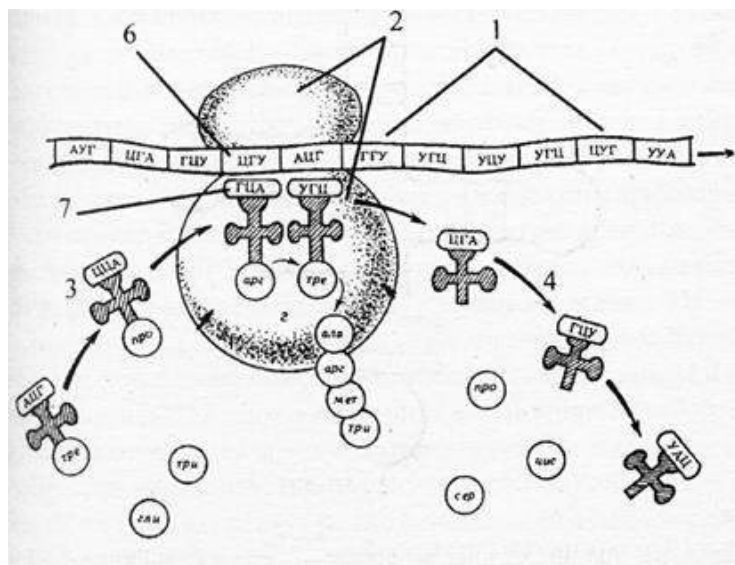


Рисунок 7 – Схема взаимодействия кодонов и-РНК и антикодонов т-РНК.

Последовательность триплетов в молекуле и-РНК определяет последовательность аминокислотных остатков в синтезируемой на данной матрице молекуле белка.

## УУГ УЦУ АЦУ и-РНК

лейцин серин треонин белок

Только в том случае, если антикодон т-РНК комплементарен кодону и-РНК, т-РНК оставляет в рибосоме принесенную аминокислоту, и она присоединяется к синтезируемой белковой цепочке (рисунок 7).

В рибосоме могут находиться одновременно две т-РНК. Таким образом, зная строение ДНК (гена), можно расшифровывать структуру молекулы белка.

Если известны изменения в ДНК, то можно предвидеть изменения в структуре белка.

		Второй нуклеотид кодона					
		У	Ц	А	Г		
Первый нуклеотид кодона	У	УУУ } Фен	УЦУ } Сер	УАУ } Тир	УГУ } Цис	У	
		УУЦ }	УЦЦ }	УАЦ }	УГЦ }	Ц	
		УУА } Лей	УЦА }	УАА } Терм	УГА } Терм	А	
		УУГ }	УЦГ }	УАГ }	УГГ } Трп	Г	
Ц	ЦУУ } Лей	ЦЦУ } Про	ЦАУ } Гис	ЦГУ }	У		
	ЦУЦ }	ЦЦЦ }	ЦАЦ }	ЦГЦ } Арг	Ц		
	ЦУА }	ЦЦА }	ЦАА } Гли	ЦГА }	А		
	ЦУГ }	ЦЦГ }	ЦАГ }	ЦГГ }	Г		
А	АУУ } Иле	АЦУ } Тре	ААУ } Асп	АГУ } Сер	У		
	АУЦ }	АЦЦ }	ААЦ }	АГЦ }	Ц		
	АУА }	АЦА }	ААА } Лиз	АГА } Арг	А		
	АУГ } Мет + Иле	АЦГ }	ААГ }	АГГ }	Г		
Г	ГУУ } Вал	ГЦУ } Ала	ГАУ } Асп	ГГУ }	У		
	ГУЦ }	ГЦЦ }	ГАЦ }	ГГЦ } Гли	Ц		
	ГУА } + Иле	ГЦА }	ГАА } Глю	ГГА }	А		
	ГУГ }	ГЦГ }	ГАГ }	ГГГ }	Г		

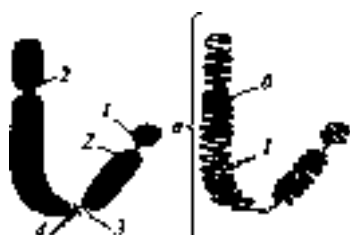
Рисунок 8 – Таблица последовательности нуклеотидов в кодонах и-РНК для разных аминокислот

*Форма и строение хромосом* наиболее отчетливо видны на стадии метафазы во время деления клетки. В хромосомах находятся гены-носители наследственной информации. Хромосомы имеют форму палочек, спилек и овальных телец.

Хромосома состоит из двух половинок – *хроматид*, которые представлены нуклеопротеидными нитями – *хромонемами*, расположенными параллельно и соединенными между собой в одной точке, названной центромерой или первичной перетяжкой. Во время деления хромосома прикрепляется к веретену деления именно центромерой (рисунок 9).

На некоторых хромосомах можно видеть и вторичную перетяжку. Если она расположена ближе к концу хромосомы, то участок, ограниченный ею называется спутником.

Концевые участки хромосом имеют особую структуру и называются теломерами. Участок хроматиды (хромосомы) от центромеры до теломеры называют плечом хромосомы.



1 – спутник, 2 – вторичная перетяжка, 3 – центромера, 4 – волокно веретена, а – большая и б – малая спирали  
Рисунок 9 – Схемы строения субметацентрической хромосомы.

### Типы хромосом.

В зависимости от места расположения центromеры различают несколько видов хромосом (рисунок 10).

- метацентрические (равноплечие);
- субметацентрические (неравноплечие);
- акроцентрические (одно плечо очень короткое и не всегда четко различимо).



Рисунок 10 – Морфологическое строение хромосом разного типа.

### Задание 8:

1. Используя таблицы и модель молекулы ДНК, ответьте на вопросы 1-38.
2. Пользуясь таблицей «Последовательность нуклеотидов в кодонах и-РНК для разных аминокислот», решите задачи 1-8.

### Вопросы:

1. Каков химический состав ДНК, ее структура и функции?
2. Что такое нуклеотид? Какие нуклеотиды входят в состав ДНК?
3. Какие ученые и когда доказали генетическую роль ДНК?
4. Какие ученые и когда построили пространственную модель молекулы ДНК?
5. Что обуславливает первичную структуру молекулы ДНК?
6. В чем заключается правило комплементарности, и кто его открыл?
7. На какой стадии клеточного цикла и как происходит репликация молекулы ДНК?
8. ДНК?
9. Какие ферменты принимают участие в репликации молекулы ДНК?
10. Что такое ген? Какие классы генов Вам известны?
11. Что зашифровано на участке структурного гена?
12. Каков химический состав и структура молекулы РНК?
13. Какие типы РНК Вам известны, их размер, функции?
14. В чем сходство и отличие ДНК и РНК?
15. Где синтезируется и-РНК и какова ее функция?
16. Расскажите о строении и функции т-РНК. Сколько типов т-РНК существует?
17. Что такое генетический код?
18. Каковы свойства генетического кода?
19. Почему генетический код называется вырожденным?
20. Что шифрует триплет (кодон)? Сколько имеется смысловых триплетов?
21. Каковы функции бессмысленных триплетов? Сколько их?
22. Что является мономером молекулы белка? Что обуславливает специфичность белка?
23. Имеет ли каждый организм свой особый генетический код, или он носит универсальный характер?
24. Из каких этапов состоит биосинтез белка?
25. В чем суть матричной теории синтеза белка Крика?
26. Где и как происходит транскрипция?
27. Где и каким образом происходит трансляция?



28. Допишите комплементарную цепочку ДНК А Г Г Ц Т А А.
29. Где находятся антикодоны и кодон?
30. Что такое полирибосома?
31. Какова схема синтеза белка в клетках высших животных?
32. Как построены мозаичные гены?
33. Что такое сплайсинг?
34. Что такое сателлитная ДНК?
35. Где происходит синтез белков?
36. Как происходит регуляция синтеза и-РНК и белков в клетке?
37. Что такое оперон?
38. В чем состоит действие гена-оператора и гена-регулятора?
39. Обратившись к таблице генетического кода, скажите, что опаснее, с точки зрения возможного влияния на наследственность: замена в кодовой тройке первого или последнего нуклеотида?

*Задачи:*

1. Одна цепочка молекулы ДНК имеет такую последовательность нуклеотидов: АЦЦАТТГ АЦЦАТГ АА. Какова последовательность нуклеотидов в другой цепочке ДНК?
2. Смысловая цепочка молекулы ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов: ТААЦААГГААГТАЦТААГ. Какова последовательность нуклеотидов в молекуле и-РНК, образовавшейся в процессе транскрипции?
3. В одной цепочке ДНК нуклеотиды расположены в такой последовательности: ГГАЦГГАГТТТГГАГ. Сколько урацил нуклеотидов содержит информационная РНК?
4. Полипептид состоит из следующих аминокислот: аланин-цистеин-гистидин-лейцин-метионин-тирозин. Определите структуру участка ДНК кодирующего эту полипептидную цепь.
5. Цепочка молекулы ДНК имеет такую последовательность нуклеотидов: ЦАГААЦГАТААГ. Сколько кодонов содержит образующаяся при транскрипции и-РНК? Сколько аминокислот кодирует этот фрагмент гена?
6. Фрагмент белка имеет такую последовательность аминокислот: лейцин-валин-серин-гистидин-аланин-лизин. Сколько нуклеотидов содержит соответствующий ему фрагмент гена? Сколько может быть вариантов и-РНК содержащих информацию об этом белке?
7. При синдроме Фанкони (нарушение образования костной ткани) у больного с мочой выделяются аминокислоты, которым соответствуют следующие триплеты и-РНК: АУА, ГУЦ, АУГ, УЦА, УУГ, УУУ, ГУУ, ГУЦ. Определите, выделение каких аминокислот с мочой характерно для синдрома Фанкони?
8. Известно, что один из белков состоит из 450 аминокислот. Определите количество триплетов которым он кодируется, и длину гена, если в ДНК один нуклеотид занимает участок длиной в 3,4 А?

Контрольная работа рассчитана на 2 часа. Варианты контрольных работ состоят из трех вопросов: теоретического вопроса, вопроса на знание терминологии и задачи по разделу.

## 1.2. Промышленное биотехнологическое производство

### 1.2.1. Занятие 4. Промышленное культивирование микроорганизмов, приборы и оборудование, управление процессом культивирования

*Клеточная инженерия* – одно из наиболее важных направлений в биотехнологии, объектами которой являются микробы (бактерии, вирусы, протозойные организмы), а также клетки (ткани) растений, животных и человека.

Воспроизведение микроорганизмов при использовании различных по составу и свойствам питательных сред (*in vitro*) или в условиях обитания восприимчивого организма называется *культивированием*.

Культивирование микроорганизмов в условиях *in vitro* получило название *промышленного культивирования*, а культивирование клеток и тканей растений и животных – культивированием *изолированных клеток и тканей*.

При промышленном культивировании процесс микробного синтеза, как правило, является частью многостадийного производства, в результате которого получают как целевой товарный продукт биосинтеза (дрожжи, кормовой белок, незаменимые аминокислоты и др.), так и «сырой» продукт, подлежащий дальнейшей переработке (сгусток казеина и др.).

Метод культивирования изолированных эукариотических клеток и тканей в условиях *in vitro* используют в биотехнологии для сохранения и размножения ценных генотипов, эмбриогенезе, оздоровлении посадочного материала, а также для получения продуктов вторичного синтеза (алколойды, стероиды, гликозиды, гормоны, эфирные масла и др.).

Таким образом, клеточная биотехнология базируется на способности клеток к существованию и размножению *in vitro*, их тотипотентности и регенерации. Применение этих особенностей раскрыло большие возможности в решении глобальных теоретических и практических задач. В области фундаментальных наук стало осуществимым исследование таких сложных проблем, как взаимодействие клеток в тканях, клеточная дифференцировка, морфогенез, реализация тотипотентности клеток, механизмы появления раковых клеток и др.

*Особенности технологии промышленного культивирования микроорганизмов*

Для осуществления любого биотехнологического процесса необходимы:

- культура микроорганизмов;
- питательная среда;
- аппаратура для выращивания и проведения вспомогательных операций;
- средства контроля и управления процессом.

Культивирование является основной стадией технологического процесса и во многом определяет количественные и качественные характеристики производства препаратов. На стадии культивирования осуществляется накопление как самой биомассы, так и продуктов метаболизма (жизнедеятельности) микроорганизмов. Так, при производстве бактериальных препаратов целевым продуктом является сама биомасса, в других случаях продукты, синтезируемые клеткой, – антибиотики, ферменты, аминокислоты и др. При этом синтезируемый продукт может накапливаться как внутри клеток, так и выделяться в культуральную смесь.

В том случае, когда культура растет на поверхности жидкой или плотной питательной среды, потребляя содержащиеся в ней субстраты и выделяя в эту среду продукты метаболизма, способ культивирования называют *поверхностным*.

Когда же микроорганизмы распределяются по всему объему жидкой питательной среды, культивирование называют *глубинным (жидкофазным)*. В таком случае кислород поступает к клеткам в результате интенсивной операции перемешивания.

Последний способ наиболее широко применяется в настоящее время в производстве большинства препаратов по следующим причинам:

1. Позволяет получить большое количество бактериальной массы за короткое время. Так, при культивировании микроорганизмов группы кишечной палочки в условиях состояния покоя количество микробов не превышает 1-2 млрд/см<sup>3</sup>, а при применении принудительной аэрации урожайность достигает 50-60 млрд/см<sup>3</sup>.

2. Процесс легко управляем. С целью длительного поддержания роста и размножения микроорганизмов в процессе их культивирования дополнительно вводят углеродные и азотистые соединения, а при необходимости и другие стимуляторы роста. Данный способ также позволяет легко корректировать pH среды в процессе культивирования.

3. Процесс максимально технологичен.

Технологический процесс глубинного выращивания микроорганизмов в реакторах (ферментерах) складывается из следующих *этапов*:

- отбор штаммов микроорганизмов и работа с ними;
- приготовление посевной микробной культуры;
- приготовление и стерилизация питательных сред;
- подготовка биореактора к посеву;
- выращивание микроорганизмов в реакторе и контроль над процессом культивирования.

Кроме того, он включает ряд вспомогательных операций:

- стерилизацию оборудования и коммуникаций;
- приготовление и стерилизацию пеногасителей, растворов и др.

#### *Отбор штаммов микроорганизмов и работа с ними*

Эталонные штаммы микроорганизмов хранятся и поддерживаются на заданном уровне во ВГНИКИ (Всесоюзный государственный научно-исследовательский институт клеточной инженерии) ветеринарных препаратов. Эти штаммы, в свою очередь, являются производственными, поскольку на их основе готовятся вакцины.

Наряду с производственными и эталонными штаммами во ВГНИКИ хранятся контрольные штаммы, которые используют для оценки качества вакцинных препаратов. Эти штаммы должны быть генетически однородными популяциями микроорганизмов со стабильными морфологическими, специфическими и биологическими свойствами. Основными требованиями к этим штаммам являются их высокие антигенные и иммуногенные свойства.

Производственные, эталонные штаммы должны сохранять генетическую стабильность антигенных, иммуногенных и других присущих им биологических свойств на протяжении 10-20 последовательных пересевов как *in vivo*, так и *in vitro*.

#### *Приготовление посевной микробной культуры*

Обычно производственное культивирование микроорганизмов осуществляется в больших объемах. Поэтому вначале из имеющегося эталонного штамма микроорганизма, находящегося, как правило, в лиофильно высушенном состоянии в ампуле, делают посевы в небольшие емкости, например, во флаконе емкостью 100-200 см<sup>3</sup>, заполненные по 50-150 мл производственной средой. Затем из флаконов делают высевы в большие емкости (бутыли объемом 18-20 л).

При хорошем накоплении микроорганизмов такую культуру вносят в реактор и называют посевной (маточной) культурой. При этом нужно предварительно рассчитать необходимое количество посевной культуры для производственного культивирования микроорганизмов исходя из посевной дозы, которая обычно составляет от 1 до 10 % по объему. Посевные микробные культуры также контролируются на сохранение ими типичных морфологических, культурально-биохимических, антигенных и иммуногенных свойств, а также на отсутствие в них посторонней микрофлоры (ПМФ).

### *Приготовление и стерилизация питательных сред*

Основополагающим принципом конструирования питательных сред является их полноценность, поскольку в процессе роста микроорганизмы потребляют из окружающей питательной среды целый ряд разнообразных химических веществ, составляющих основу энергетического и конструктивного обмена в клетках.

К основным компонентам, формирующим клеточное вещество, относятся: углерод, азот, кислород и водород. Содержание этих элементов в различных микроорганизмах практически постоянно.

В результате разнообразия микроорганизмов, по-разному использующих углерод и азот, одинаково пригодных (универсальных) питательных сред для роста всех без исключения микроорганизмов и клеток не существует. Их специфичность зависит от содержания в них углерода и азота.

В зависимости от типов используемых азотистых соединений микроорганизмы разделяются на две группы:

1. *Протеолитические*, т. е. расщепляющие высокомолекулярные белковые вещества и пептиды.

2. *Дезаминирующие*, требующие присутствия в среде готовых аминокислот, расщепление которых сопровождается выделением аммиака.

Считается, что питательные среды должны быть сбалансированы по содержанию таких органических веществ, как аминокислоты, витамины, жирные кислоты, пуриновые и пиримидиновые основания, гормоны и др., добавление которых в очень незначительных количествах стимулирует рост и размножение микроорганизмов.

Очень часто микроорганизмы и клетки нуждаются во многих природных аминокислотах, которые являются универсальными компонентами питания. Они целиком включаются в структуру клетки. Из всех незаменимых аминокислот ключевая роль принадлежит глутамину и аргинину, которые имеют принципиальное значение для обезвреживания токсичных метаболитов незаменимых аминокислот и аммиака.

Также необходимым компонентом питательных сред являются неорганические соли, которые определяют необходимое осмотическое давление среды, величину pH и буферную емкость.

Другим наиболее важным принципом конструирования питательных сред является выбор сырьевых источников. Определяющую роль в данном вопросе играют, прежде всего, биохимические показатели состава сырья, от которого зависит выбор способа и режимов его переработки с целью наиболее полного и эффективного использования содержащихся в нем питательных веществ.

Для получения питательных сред с особо ценными свойствами применяют прежде всего традиционные источники белка животного происхождения: мясо крупного рогатого скота, казеин, рыбу и продукты ее переработки. Их удельный вес составляет до 80 %.

Наиболее широко применяются питательные среды на основе мяса крупного рогатого скота. Также широкое распространение получила рыбная костная мука (РКМ), удовлетворяющая требованиям биологической ценности, доступности и относительной стандартности.

Питательные среды на основе казеина содержат все компоненты, имеющиеся в молоке: жир, лактозу, витамины, ферменты и соли. Однако в результате удорожания продуктов переработки молока применение таких сред носит ограниченный характер.

Из непищевых источников белка животного происхождения в качестве сырья используются кровь убойных животных, селезенка, плацента, эмбрионы домашних животных, творожная сыворотка, мягкие ткани моллюсков и ластоногих и др. Удельный вес непищевого сырья в технологии конструирования питательных сред составляет всего 15 %.

В целом питательные среды, приготовленные из сырья животного происхождения, имеют высокое содержание основных питательных компонентов, являются

полноценными и сбалансированными по аминокислотному составу и достаточно хорошо изучены. Следует учитывать, что рыбная и костная мука, а также отходы животного происхождения, во все большем объеме направляются на получение пищевых белков, поэтому требуются полноценные их заменители, способные сбалансировать недостаток белков и незаменимых аминокислот.

В результате изучения различных микроорганизмов было выявлено, что высокой интенсивностью синтеза белков отличаются *микробные клетки*, такие как дрожжи, бактерии и др.

Аминокислотный состав микроорганизмов, служащих субстратом для приготовления питательных сред, хорошо изучен, а биомасса используемых микроорганизмов является полноценной по составу питательных веществ (до 60 % сухой массы белков) и характеризуется повышенным содержанием лизина и треонина.

Из продуктов *растительного происхождения* в качестве белкового субстрата можно использовать кукурузу, сою, горох, картофель, люпин и др. Однако растительное сельскохозяйственное сырье содержит белок, несбалансированный состав которого зависит от условий выращивания культур, а также липиды в больших количествах, чем продукты животного происхождения.

В настоящее время нашей биологической промышленностью на основе гидролиза растительного сырья производится значительный объем кормового белка для сельского хозяйства.

В качестве исходного сырья для производства кормового белка могут использоваться самые дешевые источники, такие как отходы целлюлозной и деревообрабатывающей промышленности, солома, хлопковая шелуха, корзинки подсолнечника, стержни кукурузных початков, свекловичная меласса, картофельная мезга, пивная дробина, верховой малоразложившийся торф, барда спиртовых производств, отходы кондитерской и молочной промышленности.

Кроме того, в России (в 1971 г.) и некоторых других нефтедобывающих странах разрабатываются технологии получения кормовых дрожжей из и-парафинов нефти. Дрожжевые клетки могут использовать в качестве источников углерода для их роста неразветвленные углеводороды с числом углеродных атомов от 10 до 30.

Наряду с получением кормовых дрожжей важное значение для кормопроизводства имеют также бактериальные белковые концентраты с содержанием сырого белка 60-80 % от сухой массы. Здесь в качестве сырья используются газообразные продукты, содержащие метан.

#### *Подготовка биореагентов к посеву и выращивание микроорганизмов*

При культивировании микроорганизмов чаще всего применяется способ глубинного выращивания в специальных аппаратах - *ферментерах*.

В простерилизованный термическим способом ферментер подается заранее измельченное, охлажденное и отстаиваемое сырье, которое в данном ферментерном цехе подвергнется кислотному гидролизу при повышенном давлении и температуре, в результате чего 60-65 % содержащихся в них полисахаридов гидролизуются до моносахаридов.

Ферментер для выращивания дрожжей и бактериальных клеток в жидкой питательной среде представлен на рисунке 10.

Представленный выше ферментер обеспечивает режим постоянного перемешивания суспензии микробных клеток в жидкой питательной среде и оптимальные условия аэрации. В целях поддержания заданного температурного режима в конструкции ферментера предусматривается система отвода избыточного тепла.

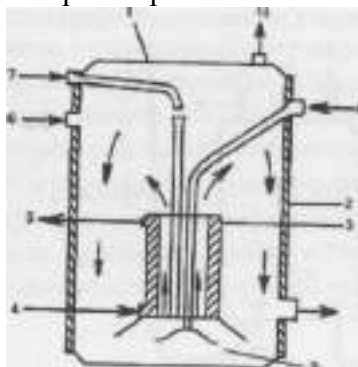
Рабочий цикл выращивания культуры микроорганизмов длится около 20 часов. Например, при оптимальных условиях из 1 т отходов хвойной древесины можно получить 200 кг кормовых дрожжей. По окончании рабочего цикла культуральная жидкость вместе

с суспендированными в ней клетками микроорганизмов выводится из ферментера, а в него вновь подается питательный субстрат и культура дрожжевых или бактериальных клеток для выращивания.

Выведенная из ферментера суспензия далее подается на флотационную установку, с помощью которой производится отделение биомассы от культуральной жидкости. После отстаивания микробная масса концентрируется с помощью сепаратора.

Для достижения лучшей перевариваемости дрожжей и бактериальных клеток в организме животных проводится специальная обработка микробных клеток (механическая, ультразвуковая, термическая, ферментативная), обеспечивающая разрушение их клеточных оболочек. Затем микробная масса упаривается до необходимой концентрации и высушивается до влажности 8-10 %.

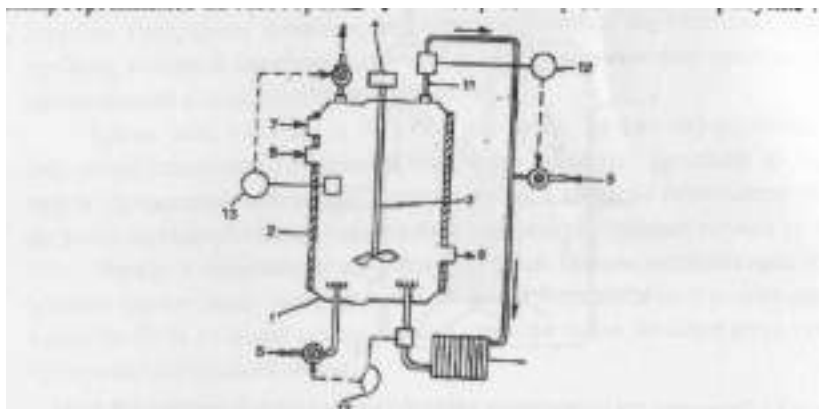
В полученной сухой дрожжевой массе содержится 40-60 % сырого белка, 25-30 % усвояемых углеводов, 3-5 % сырого жира, 6-7 % клетчатки и зольных веществ, а также большое количество витаминов (до 50 мг%). Посредством обработки дрожжей ультрафиолетовыми лучами проводится их обогащение витамином D<sub>2</sub>, который образуется из содержащегося в них эргостерина.



1 – корпус ферментера; 2 – охлаждающая рубашка; 3 – теплообменник; 4 – подача холодной воды в теплообменник; 5 – вывод теплой воды из теплообменника; 6 – подача посевной культуры; 7 – подача жидкой питательной среды; 8 – подача воздуха для аэрации и перемешивания питательной среды; 9 – кювета для направления потока воздуха во внутреннюю полость теплообменника; 10 – выход микробной суспензии по окончании ферментации; 11 – выход воздуха в атмосферу через очистной фильтр.  
Рисунок 11 – Ферментер для выращивания микроорганизмов в жидкой питательной среде.

Бактериальные белковые концентраты содержат в среднем 60-80 % сырого белка от сухой массы. Коммерческое название препарата, полученного на основе метанола – «Меприн», он содержит в своем составе до 70-74 % от сухой массы белков, до 5 % липидов, около 10 % минеральных веществ, 10-13 % нуклеиновых кислот. При этом наиболее эффективны бактерии родов *Methylomonas*, *Pseudomonas* и др.

Для улучшения физических свойств готового продукта кормовые белковые вещества выпускают в гранулированном виде. Культивирование бактериальных клеток на газообразных питательных средах отличается следующими особенностями. Процесс ферментации при выращивании.



1 – корпус ферментера; 2 – охлаждающая рубашка; 3 – мешалка; 4 – привод мешалки; 5 – подача газообразных углеводов; 6 – подача кислородсодержащего газа; 7 – подача жидкой питательной смеси; 8 – подача посевной культуры; 9 – выход микробной суспензии по окончании ферментации; 10 – выпуск газа из ферментера; 11 – выход газовой смеси на рециркуляцию; 12 – газоанализатор, подающий сигнал на регулирующее устройство клапана; 13 – регулятор давления внутри ферментера; 14 - улавливатель углекислого газа.

Рисунок 12 – Процесс ферментации при выращивании микроорганизмов на газообразных углеводородах.

В целях лучшей утилизации сырья микроорганизмами в таком ферментере предусматривается рециркуляция газовой смеси. Для обеспечения необходимой аэрации культуры бактерий производится продувка ферментера воздухом или кислородом. Чаще всего на газовых питательных средах выращивают бактерии рода *Methylococcus*, способные при оптимальных условиях утилизировать до 85-90 % подаваемого в ферментер метана. Все технологические линии, связанные с культивированием бактерий в газовой среде, требуют точного контроля за составом этой среды и оснащения производственных установок герметизированным, взрывобезопасным оборудованием.

По окончании ферментации клетки бактерий подвергаются такой же технологии обработки, как и дрожжевые клетки.

В связи с тем, что газовая среда из метана и воздуха взрывоопасна и для лучшей утилизации метана бактериям требуется постоянная рециркуляция, производство кормового белка из газообразных продуктов является довольно сложным и дорогим.

#### *Технология культивирования микроорганизмов в покоем состоянии без аэрации*

Некоторые организмы относятся к группе микроаэрофильных (возбудители бруцеллеза, лептоспироза, кампилобактериоза и др.), не требующие принудительной аэрации питательной среды, в которой они выращиваются.

Применяют баллонный и реакторный способы культивирования. Баллонный способ, в частности для культивирования лептоспир, заключается в том, что микробные культуры лептоспир каждого серологического варианта выращиваются в 16-литровых стеклянных баллонах с 10-12 л сывороточной или альбуминосывороточной (производственной) средами при температуре 27-28 °С в течение 5-7 суток.

#### *Технология промышленного культивирования анаэробных микроорганизмов*

К анаэробным микроорганизмам относятся такие, которые способны жить и размножаться при отсутствии атмосферного кислорода.

В силу биологических особенностей анаэробов методы культивирования их в промышленности имеют свои особенности.

1. При культивировании анаэробных микроорганизмов нужно в реакторах создать условия полного вытеснения из питательной среды свободного кислорода. Это достигается путем заполнения анаэро(бо)статов газовой смесью водорода и двуокиси углерода, а остаточный кислород может быть удален путем каталитического связывания с воздухом.

Анаэробные условия могут быть достигнуты также добавлением в среду восстанавливающих агентов, таких как цистеина и сульфида натрия, аскорбиновой кислоты.

2. Степень анаэробноза определяется окислительно-восстановительным потенциалом (Eh). Для этих целей в среду вводят окислительно-восстановительные индикаторы, чаще всего используют резазурин (диазорезоурин), меняющий цвет от синерозового до бесцветного. Бесцветное состояние достигается при Eh около 100 мВ и указывает на наличие анаэробных условий.

3. При культивировании анаэробов необходимо постоянно корректировать pH среды, поддерживая ее в пределах 7,2-7,8. В процессе роста анаэробов pH среды очень быстро снижается в кислую сторону, что приводит к ингибированию их роста.

#### *Периодические и хемостатные системы культивирования микроорганизмов*

При глубинном выращивании микроорганизмов их культуры могут находиться в периодических, или «закрытых», и хемостатных (непрерывных), или «открытых», системах.

Закрытой называют такую систему (культуру), когда хотя бы один из компонентов питательной среды или она вся может ни проступить в систему, ни покинуть ее. В такой системе скорость роста микроорганизмов должна после ускорения стремиться к нулю из-за недостатка субстрата или по причине гибели микробных клеток вследствие накопления продуктов метаболизма. Следовательно, периодические культуры микроорганизмов находятся в неустойчивом состоянии.

Открытая (хемостатная) система - это система, когда все питательные компоненты могут поступать в реактор, в котором выращивается тот или иной микроорганизм, и удаляться из реактора в виде продуктов синтеза микроорганизмов (антибиотики, витамины, ферменты и т.д.) или биомассы самих микроорганизмов. При этом скорость поступления питательной среды в реактор и удаление из него продуктов синтеза или биомассы можно регулировать в нужной нам среде размножения микроорганизмов.

#### *Периодическое культивирование микроорганизмов*

В периодическом состоянии динамика роста и размножения микроорганизмов в жидкой питательной среде обладает рядом особенностей, общих для бактерий, актиномицетов, микроскопических грибов, микоплазм и других про- и эукариот. При индивидуальном развитии им свойственна высокая скорость размножения. Развитие происходит в виде последовательных фаз, характер и продолжительность которых зависят от физиологического состояния клеток, определяемого, в свою очередь, условиями разнообразных факторов среды, в которой развивается популяция того или иного организма.

Другими словами, фазы роста микроорганизма отражают количественные и качественные изменения в их биомассе и окружающей среде.

В простой гомогенной периодической культуре микроорганизмов выделяют от 4 до 8 и даже до 16 фаз.

Рост микробной популяции изображают обычно графиками, откладывая на оси абсцисс время роста, а на оси ординат – число микробных клеток.

Каждая фаза графика является суммированным выражением размножения и отмирания клеток в микробной популяции. Поскольку микробные клетки делятся в различном темпе, то представленная на графике кривая нарастания их числа в начале и уменьшения числа живых клеток в конце роста имеет вид пологой линии. Форма этой



кривой (S-образная) является универсальной и не зависят от вида микроорганизмов и условий культивирования.

Каждая из фаз роста и размножения характеризуется следующим образом:

а) *исходная фаза* (лаг-фаза или индукционный период) является фазой задержки роста, когда размножение микробных клеток не происходит. Данная фаза характеризуется отсутствием роста клеток. В этот период посевная культура приспосабливается к изменившимся внешним условиям и вырабатывает ферменты, необходимые для роста на данной питательной среде. В лаг-фазе в клетках культуры происходят значительные качественные изменения: возрастает количество нуклеиновых кислот, в первую очередь РНК, активизируются одни ферменты и синтезируются другие.

Продолжительность лаг-фазы зависит от следующих факторов:

- от состава питательной среды: если питательная среда по составу мало отличается от среды, на которой росла посевная культура, лаг-фаза может практически отсутствовать;

- от качества посевного материала, а именно, количества в нем жизнеспособных клеток, их возраста, способа хранения;

- от посевной дозы;

б) *период положительного ускорения роста*. Длительность этого периода для большинства микроорганизмов составляет 2 часа и зависит от температуры, состава питательной среды, качества посевного материала, многие авторы эти две фазы рассматривают вместе. Число клеток остается постоянным по причине отсутствия в этот период клеточного деления. Общее состояние микробных клеток характеризуется как состояние приспособления к питательной среде. В этот период усиливается синтез вещества, клеток, они увеличиваются в размере, в них образуется большое количество индуцибельных ферментов;

в) *фаза логарифмического (лог-фаза), или экспоненциального (показательного), роста*. Она характеризуется постоянной и максимальной скоростью роста клеток. Рост микробов в эту фазу происходит в геометрической прогрессии.

Продолжительность этой фазы зависит:

- от запасов питательных веществ в среде;

- от условий аэрации;

- от перемешивания и др. факторов.

Для описания процессов роста микроорганизмов используют такие характеристики, как общая и удельная скорости роста биомассы (или числа клеток). Другой важной характеристикой роста культуры является время генерации, за которое биомасса культуры удваивается. Время генерации из разных культур микроорганизмов сильно различается. Наиболее быстрорастущие бактерии при благоприятных условиях имеют период генерации - 20-25 мин.

Продолжительность генерации в лог-фазе у разных микроорганизмов неодинакова. Так, для сальмонелл она равна 20-30 мин., для стрептококков и стафилококков - 25-35 мин., для эшерихий -15-17 мин.

На продолжительность генерации влияют температура, рН среды, состав среды и т.д.

Высокая скорость развития микроорганизмов сохраняется на всей экспоненциальной стадии. Однако эта зависимость наблюдается в течение ограниченного времени. По мере роста культуры в среде постепенно потребляются питательные вещества, накапливаются продукты обмена, затрудняется транспорт питательных веществ (в первую очередь кислорода) и метаболитов вследствие увеличения плотности популяции;

г) *фаза отрицательного ускорения*. В эту фазу скорость размножения замедляется, а время генерации увеличивается. Наступление данной фазы обусловлено истощением питательной среды и накоплением в культуральной жидкости токсических веществ,

которые начинают ингибировать развитие культуры. Кроме того, в эту фазу происходит наивысшее накопление микробной массы в единице объема;

д) стационарная фаза роста, или максимума, на протяжении которой численность микробной популяции не уменьшается. В эту фазу скорость размножения и отмирания клеток одинаковая. Концентрация живых клеток в данную фазу достигает максимума, и она называется М-концентрацией. В этой фазе сама биомасса микроорганизмов и продуктов их биосинтеза обладает наибольшей биотехнологической ценностью;

е) *фаза отмирания микробной популяции*. Любая микробная популяция, растущая в сосуде с несменяемой средой, наступает после фазы стационарного роста в стадию отмирания. По скорости отмирания вначале устанавливают фазу ускоренного отмирания (VI), затем фазу постоянной скорости отмирания (VII) и фазу замедленной скорости отмирания (VIII). Причинами отмирания микробной популяции являются истощение среды и накопление в ней большого количества токсичных продуктов метаболизма. В период стадии Отмирания общее количество биомассы уменьшается, что чаще всего происходит за счет аутолиза.

Продолжительность стадии отмирания у различных микроорганизмов неодинакова: у пневмококка она составляет 2-3 Суток, у эшерихий – несколько месяцев. В этот период в культуре наблюдается значительное уменьшение клеток. У них уменьшается биохимическая и антигенная активность.

Учитывая это, для изготовления ряда биопрепаратов отбирают культуры микроорганизмов чаще всего в фазе отрицательного ускорения роста или в начале стационарной фазы роста, когда концентрация живых микробных клеток приближается или равна М-концентрации.

#### *Хемостатная культура или метод непрерывного культивирования микроорганизмов*

Хемостатная, или непрерывная, культура представляет собой поточную культуру тех или иных микроорганизмов. В таком случае возможность продления жизни микробной популяции поддерживается с помощью непрерывной подачи свежей среды и постоянного отбора микробной биомассы или образовавшихся продуктов метаболизма, т.е. можно культуру микроорганизма как бы зафиксировать в одной, например, стационарной, фазе роста и получить нужные продукты обмена или биомассу во времени столько, сколько требуется. Таким образом, максимальная производительность в хемостатной культуре всегда выше, чем максимальная производительность в периодической культуре.

Нужно сказать, что до 50-х годов для Культивирования микроорганизмов с целью их всестороннего изучения служила простая периодическая культура. Только с переходом к методу хемостатного культивирования обнаружился недостаток периодической культуры, которая не даёт полного представления обо всех изменениях, происходящих в клетке, и о влиянии внешних факторов на протекающие в ней процессы.

Развитие хемостатного культивирования открыло возможность управлять процессом, контролируя рост и поведение микроорганизмов, а при необходимости вмешиваться в этот процесс, изменяя скорость роста до задаваемых пределов путём воздействия на такую культуру внешними факторами. В настоящее время интерес к непрерывному культивированию растёт как в нашей стране, так и за рубежом.

#### *Особенности биотехнологии культивирования вирусов*

Вирусы являются облигатными внутриклеточными микроорганизмами, поэтому на искусственных питательных средах они не растут. Для культивирования вирусов используют 3 живые системы:

1. Восприимчивые животные.
2. Куриные эмбрионы.
3. Культуры клеток.

При лабораторном культивировании вирусов используют культуры клеток, растущие на поверхности стенок тех или других емкостей (матрасах).

В крупномасштабном производстве используют метод выращивания суспензионных клеточных культур. Этот метод впервые описал в 1953 г. Оуенс. Он показал способность клеток размножаться в жидкой среде в свободном суспендированном состоянии. Клетки перевиваемых линий могут длительно культивироваться во взвешенном состоянии. В таких условиях клетки размножаются, не прикрепляясь к стенкам культурального сосуда, благодаря постоянному перемешиванию среды. Перемешивание суспензионных культур проводят лопастными и магнитными мешалками, а также круговыми качалками.

В настоящее время указанная клеточная система широко используется в вирусологических исследованиях для накопления больших количеств вирусосодержащего материала при изготовлении вакцин, т.к. при оптимальном режиме выращивания клетки в суспензиях быстро размножаются и дают более высокий «урожай», чем в стационарных культурах.

Суспензионные культуры готовят из однослойных клеточных культур. Клетки снимают со стекла с помощью растворов Версена и трипсина. Осадок клеток после центрифугирования ресуспендируют в свежей ростовой питательной среде. Приготовленную суспензию помещают в культуральные сосуды, реакторы, ферментеры и выращивают при постоянном и интенсивном перемешивании. Это делается для того, чтобы поддержать клетки во взвешенном состоянии, препятствовать их осаждению и прикреплению к стенкам сосуда и в то же время не вызывать их механического повреждения.

Способ суспензионного выращивания клеток в биологической промышленности стал применяться сравнительно недавно.

Даже за короткий срок получены впечатляющие результаты. Большие успехи достигнуты при получении суспензионных постоянных культур клеток ВНК-21 для выращивания вируса ящура, вируса бешенства; клеток почки поросят JBI-S-2 для размножения вируса ящура, вируса везикулярной болезни свиней и др.

Выращивание клеточных культур осуществляют в специальных реакторах емкостью 1000 л и более при температуре 36-37 °С, рН 7,4 и непрерывном перемешивании суспензии клеток при 300-350 об/мин.

Несмотря на достижения по выращиванию суспензионных клеточных культур на многих предприятиях биологической промышленности чаще используются методы получения клеточных линий в состоянии покоя или роллерным (динамичным) способом.

#### *Конструкция биореакторов*

Все формы и виды ферментационных систем создаются, имея основной целью обеспечение одинаковых условий для всех компонентов содержимого реактора. В ферменторах биокатализаторы суспендированы в жидкой среде, содержащей необходимые субстраты для обеспечения роста организмов и образования нужного целевого продукта. Для создания оптимальной биореакторной системы необходимо точно придерживаться следующей генеральной линии:

- Биореактор должен быть сконструирован так, чтобы исключить попадание загрязняющих микроорганизмов, а также обеспечить сохранения требуемой микрофлоры.
- Объем культивируемой смеси должен оставаться постоянным, т. е. чтобы не было утечки или испарения содержимого.
- Уровень растворенного кислорода должен поддерживаться выше критических уровней аэрирования культуры аэробных организмов.
- Параметры внешней среды, такие, как температура, рН и т. п., должны постоянно контролироваться.
- Культура при выращивании должна быть хорошо перемешиваемая.

К материалам, используемым при конструировании сложных, прецизионно работающих ферменторов, предъявляются определенные требования (порой весьма строгие):

а) все материалы, вступающие в контакт с растворами, подающимися в биореактор, соприкасающиеся с культурой микроорганизма, должны быть устойчивыми к коррозии, чтобы предотвратить загрязнения металлами даже в следовых количествах;

б) материалы должны быть нетоксичными и, чтобы даже при самой малой растворимости они не могли бы ингибировать рост культуры;

в) компоненты и материалы биореактора должны выдерживать повторную стерилизацию паром под давлением;

г) перемешивающая система биореактора и места поступления и выхода материалов и продуктов должны быть легко доступными и достаточно прочными, чтобы не деформироваться или ломаться при механических воздействиях;

д) необходимо обеспечить визуальное наблюдение за средой и культурой, так что материалы, используемые в процессе, по возможности должны быть прозрачными.

Для оптимизации биотехнологических процессов требуется постоянный и тщательный контроль за изменяющейся картиной ферментации, что обеспечивается наличием в биореакторах соответствующих датчиков, позволяющих осуществлять избирательный анализ определенных параметров ферментационного процесса.

#### *Аппараты с механическим перемешиванием*

Эти реакторы имеют механическую мешалку с центральным валом и лопастями (лопатками), число которых обычно равно 6, реже 8 (рисунок 13).

Лопастки могут быть прямыми или изогнутыми, часто их располагают в несколько ярусов, что обеспечивает более эффективное перемешивание больших объемов жидкости. В систему входят также отражательные перегородки – узкие металлические пластинки, прикрепленные к внутренним стенкам биореактора. Они предотвращают возникновение водоворотов и обеспечивают вихревое движение жидкости, равномерно распределяемое по всему объему реактора.

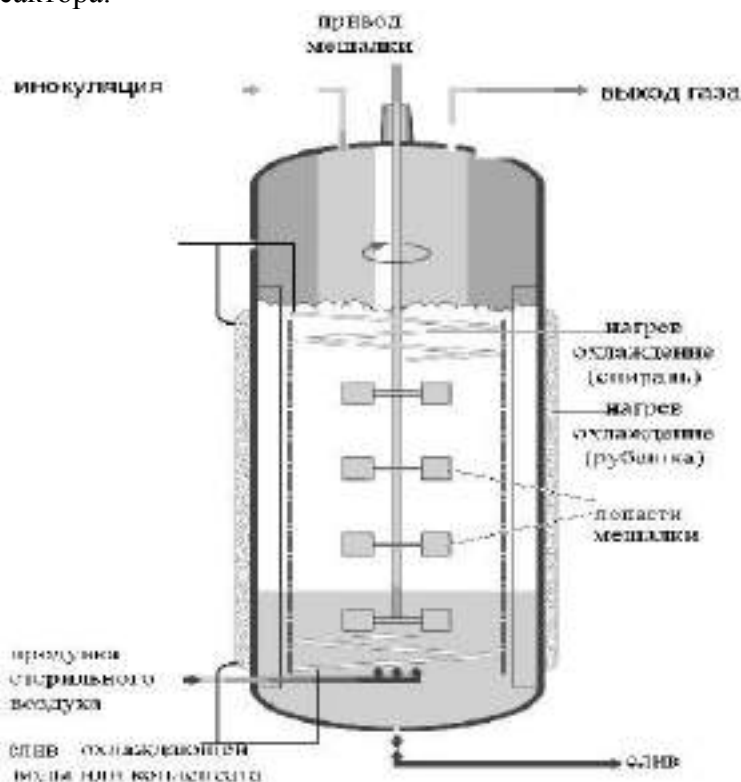


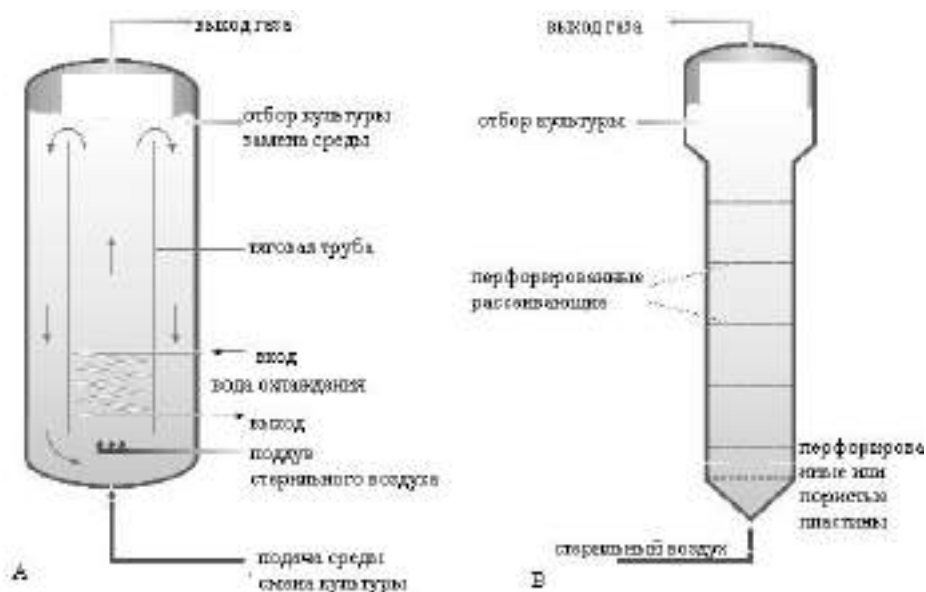
Рисунок 13 – Ферментер с механическим перемешиванием (Войнов Н. А. и др, 2009).

Аэрация без явного, интенсивного перемешивания) может осуществляться путем барботажа – подачи воздуха снизу через горизонтальную трубку с отверстиями, иногда аэрирование достигается применением специальных вибраторов, которые обеспечивают высокую степень асептики, малый расход энергии и относительно слабо травмируют клетки. Аппараты с механическим перемешиванием – наиболее распространенные конструкции в современной микробиологической промышленности.

#### Аппараты с пневматическим перемешиванием

В такого типа аппаратах мешалка отсутствует и перемешивание жидкости осуществляется пузырьками газа (рисунок 14). Естественно, что скорость массообмена в них намного ниже, чем в ферменторах с механическим перемешиванием (с мешалками)

Классическим аппаратом такого типа является *эрлифтный реактор* (air lift – подъем воздуха). Биореакторы с пневматическим перемешиванием характеризуются более мягким (плавным) перемешиванием содержимого и получили распространение при выращивании клеток животных и растений. Пневматические аппараты привлекают также простотой конструкции и малыми энергозатратами. Основной их недостаток – «тихоходность».



а) эрлифтный; б) пузырькового типа

Рисунок 14 – Ферментеры с пневматическим перемешиванием (Войнов Н. А. и др, 2009).

#### Аппараты с циркуляционным перемешиванием

Биореакторы циркуляционного или гидродинамического типа оснащены насосами и эжекторами, создающими направленный ток жидкости по замкнутому контуру (кругу). Жидкость увлекает за собой пузырьки газа и тем самым культуральная среда одновременно с перемешиванием может насыщаться либо атмосферным кислородом, либо (с использованием специальных устройств и эжекторов) газом иного типа.

Эти аппараты (биореакторы) отличаются простотой конструкции и надежностью в эксплуатации. Ферментеры циркуляционного типа часто заполняются твердыми частицами (насадкой), которые способствуют лучшему перемешиванию содержимого реактора, препятствуют обрастанию стенок при длительном культивировании, а также обеспечивают диспергирование воздуха в жидкости.

*Задание 9:*

1. Ознакомьтесь с основными способами культивирования микроорганизмов.
2. Изучите этапы технологического процесса глубинного выращивания микроорганизмов.
3. Изучите основные требования при приготовлении питательных сред.
4. Рассчитайте эффективность стерилизации жидких питательных сред в изотермических условиях при двух разных заданных режимах.
5. Рассчитайте количество полученного сырого кормового белка в результате гидролиза растительных отходов дрожжами рода *Candida*.

*Задание 10:* Запишите основные характеристики этапов технологического процесса глубинного выращивания микроорганизмов, оформив в виде нижеприведенной таблицы 2.

Таблица 2 – Характеристика этапов процесса глубинного выращивания микроорганизмов

№ п/п	Этап технологического процесса	Основные характеристики

*Задание 11.* Рассчитайте количество полученного сырого кормового белка в результате гидролиза дрожжами рода *Candida* 2 т растительных отходов (отходы целлюлозной промышленности, солома, свекловичная меласса, картофельная мезга, барда спиртовых производств, отходы кондитерской и молочной промышленности) за 20 ч рабочего цикла при условии, что из 1 т отходов можно получить 200 кг кормовых дрожжей в сухой массе, содержащих 50 % сырого белка.

*Вопросы:*

1. Что такое культивирование микроорганизмов?
2. Какие факторы необходимы для осуществления биотехнологического процесса?
3. Что эффективнее: культивирование микроорганизмов на жидких или плотных питательных средах?
4. Какой способ культивирования называют поверхностным?
5. Что такое твердофазное культивирование, и какой субстрат используется при этом чаще других?
6. Что такое жидкофазное (глубинное) культивирование?
7. В чем преимущества жидкофазного культивирования?
8. Какими приемами можно увеличить интенсивность размножения микроорганизмов при жидкофазном культивировании?
9. Каковы этапы технологического процесса культивирования микроорганизмов?
10. Где хранятся эталонные штаммы микроорганизмов?
11. Каковы требования к эталонным штаммам микроорганизмов?
12. Каким образом готовят посевную микробную культуру?
13. Какие принципы лежат в основе конструирования питательных сред для микроорганизмов?
14. На какие группы делят микроорганизмы по типу питания?
15. На какие группы подразделяются микроорганизмы по типу используемых азотистых оснований?
16. Какие ионы необходимы микроорганизмам и для чего?
17. Какие факторы роста должны входить в состав питательных сред?
18. Какие традиционные источники белка животного происхождения используют для получения питательных сред?

19. Какие непищевые источники белка животного происхождения используют в питательных средах?
20. Какие культуры используют для получения белка растительного происхождения, используемого в питательных средах?
21. Какой белок (растительного, животного или микробного происхождения) более ценен для питательных сред и почему?
22. Какова классификация питательных сред по целевому назначению?
23. Какова классификация питательных сред по физическому состоянию?
24. В чем преимущество жидких питательных сред?
25. Как получить полужидкие и твердые питательные среды?
26. В чем преимущество сухих питательных сред?
27. На основании чего и как осуществляется оптимизация состава питательных сред?
28. Зачем нужна стандартизация питательных сред и по каким показателям она проводится?
29. Принципы устройства биореактора (ферментера) для культивации микроорганизмов.
30. Как производится подготовка биореактора к посеву?
31. Каковы условия промышленного культивирования микроорганизмов с применением активной аэрации?
32. Как производят контроль культивирования микроорганизмов?
33. Какие периоды различают в динамике роста и размножения микрофлоры в ферментерах?
34. Что типично для лаг-фазы (индукционного периода)?
35. Что типично для лог-фазы (экспоненциального роста)?
36. Что характерно для фазы отрицательного ускорения?
37. Стационарная фаза роста и М-концентрация.
38. Что характерно для фазы отмирания микробной популяции?
39. Что такое хемостатная культура?
40. Что необходимо для непрерывного культивирования микроорганизмов?
41. Каковы особенности биотехнологии культивирования вирусов?
42. Какие живые системы используют для культивирования вирусов?
43. Как готовят однослойные клеточные культуры и суспензионные?
44. Как осуществляют аэрацию (барботацию) и перемешивание микробной культуры?

### 1.2.2. Занятие 5. Современные методы исследования целевых продуктов

#### *Общие принципы разделения веществ*

Независимо от локализации целевого продукта, на первом этапе его очистки проводят отделение массы продуцента от жидкой фазы – *сепарацию*.

Иногда сепарации предшествует специальная обработка – изменение рН, нагревание, добавление коагулянтов белков или флокулянтов для более эффективного отделения биомассы и стабилизации продукта. Существует несколько способов сепарации.

*Флотация* (буквально – плавание на поверхности воды) – разделение мелких частиц и выделение капель дисперсной фазы из эмульсий. Основана она на различной смачиваемости частиц (капель) жидкостью (преимущественно водой) и на их избирательном прилипанию к поверхности раздела, как правило, жидкость – газ (очень редко: твердые частицы – жидкость). Основные виды флотации – пенная, масляная и пленочная. Наибольшее распространение в биотехнологии получила пенная флотация, которая заключается в следующем: культуральную жидкость с биомассой микроорганизмов непрерывно вспенивают воздухом, подаваемым снизу вверх под

давлением. Клетки и их агломераты «прилипают» к пузырькам тонкодиспергированного воздуха и всплывают вместе с ними, собираясь в специальном отстойнике. Этот метод идеален для сахаромицет (хлебопекарные дрожжи)

Центрифугирование. Некоторые виды биомассы отделяют центрифугированием. Осаждение взвешенных частиц происходит под действием центробежной силы. После разделения образуется 2 фракции: биомасса (твердая) и культуральная жидкость. Центрифугирование требует более дорогостоящего оборудования, чем вышеперечисленные методы сепарации. Поэтому оно оправдывает себя, если, во-первых, суспензия фильтруется медленно, во-вторых, необходимо максимально освободить культуральную жидкость от частиц, в-третьих, необходимо наладить непрерывный процесс сепарации в условиях, когда фильтры рассчитаны только на периодический режим. Центрифугирование и фильтрация могут проходить одновременно, этот процесс реализован в фильтрационных центрифугах. Наиболее перспективны для осаждения – центрифуги-сепараторы, в которых биомасса осаждается на стенках вращаемого цилиндра или на тарелках специальной тарельчатой вставки.

#### *Методы разрушения клеток*

Для выделения и очистки продуктов, находящихся внутри клеток продуцента вводится стадия разрушения клеточных оболочек (дезинтеграция биомассы); обычно для этого применяются механические, химические или комбинированные методы.

*К физическим методам* дезинтеграции относятся обработка ультразвуком, вращение лопасти или вибратора, встряхивание со стеклянными бусами, продавливание через узкое отверстие под давлением, раздавливание замороженной клеточной массы, растирание в ступке, осмотический шок, замораживание-оттаивание, декомпрессия (сжатие с последующим резким снижением давления). Физические способы разрушения клеток более экономичные, чем химические и химико-ферментативные. В то же время этим способам дезинтеграции клеток присуща неизбирательность: обработка может влиять на качество получаемого продукта.

Химические и химико-ферментативные методы более избирательны.

Клетки могут быть разрушены толуолом или бутанолом, антибиотиками, ферментами. Клетки грамотрицательных бактерий обрабатывают лизоцимом в присутствии этилендиаминтерауксусной кислоты или других детергентов, дрожжей – зимолиазой улитки или ферментами грибов, актиномицетов. Можно использовать автолиз клеток при лимитировании по определенному субстрату росте или их лизис при заражении бактериофагом.

За дезинтеграцией клеток следует этап отделения клеточных стенок.

Для этого используют те же методы фильтрации и центрифугирования. Однако применяют более высокоскоростное центрифугирование или фильтры с меньшим диаметром, чем при сепарации клеток. В большинстве биотехнологических процессов клеточные стенки отбрасывают как балласт, но возможно и промышленное получение компонентов клеточных стенок как целевого продукта.

#### *Отделение и очистка продукта*

Выделение целевого продукта из культуральной жидкости или из гомогената разрушенных клеток проводят путем его осаждения, экстракции или адсорбции.

*Осаждение* может быть физическое (нагревание, охлаждение, разбавление, концентрирование) или химическое (с помощью органических и неорганических веществ). Осаждение органическими растворителями основано на снижении диэлектрической постоянной среды. Устойчивость белковых растворов обусловлена наличием гидратного слоя у молекулы. Если его разрушить, белки осаждаются. Для этого молекулы добавляемых веществ должны быть более гидрофильны, чем молекулы белков.



В качестве осадителей используют этанол, метанол, ацетон, изопропанол. При разных количествах растворителя и разных значения рН осаждаются разные фракции.

*Высаливание* – механизм тот же, что и при действии органических веществ, гидратируются диссоциирующие ионы неорганических солей. Как наиболее дешёвый реагент используют сульфат аммония. Также применяют сульфаты натрия, магния и фосфат калия.

*Экстракция* – процесс избирательного извлечения одного или нескольких растворимых компонентов из твердых тел и растворов с помощью жидкого растворителя – экстрагента. Различают твердо-жидкостную и жидко-жидкостную типы экстракции. При твердо-жидкофазной экстракции вещество из твердой фазы переходит в жидкую, при жидко-жидкофазной – из одной жидкости в другую. Жидко-жидкостную экстракцию органическими растворителями часто применяют для извлечения из культуральной среды антибиотиков, витаминов, каротиноидов, липидов. Эффективность экстракции может быть повышена за счет повторной экстракции свежим экстрагентом, выбором оптимального растворителя, нагреванием экстрагирующего агента или экстрагируемой жидкости, понижением давления в аппарате для экстракции.

*Адсорбция* – частный случай экстракции, когда экстрагирующий агент – твердое тело. Адсорбция применяется для веществ, имеющих функциональные группы, заряженные положительно или отрицательно. В качестве адсорбента используют иониты на основе целлюлозы: катионит – карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ); анионит – диэтиламиноэтилцеллюлоза (ДЭАЭ), а также сефадексы на основе декстрана и т. д. Адсорбция идет по ионообменному механизму.

#### *Методы тонкой очистки и разделения препаратов*

Более тонкую очистку веществ осуществляют несколькими способами.

Наибольшее распространение получила хроматография.

*Хроматография* – физико-химический метод разделения и анализа смесей, основанный на распределении их компонентов между двумя фазами – неподвижной и подвижной (элюент), протекающей через неподвижную. По технике выполнения хроматографию подразделяют на колоночную, когда разделение веществ проводится в специальных колонках, и плоскостную: тонкослойную и бумажную.

*Тонкослойная хроматография (ТСХ)* является одним из наиболее простых и эффективных экспресс-методов разделения и анализа веществ, не требующих сложного оборудования. В то же время метод обладает высокой избирательностью и чувствительностью (низким пределом обнаружения).

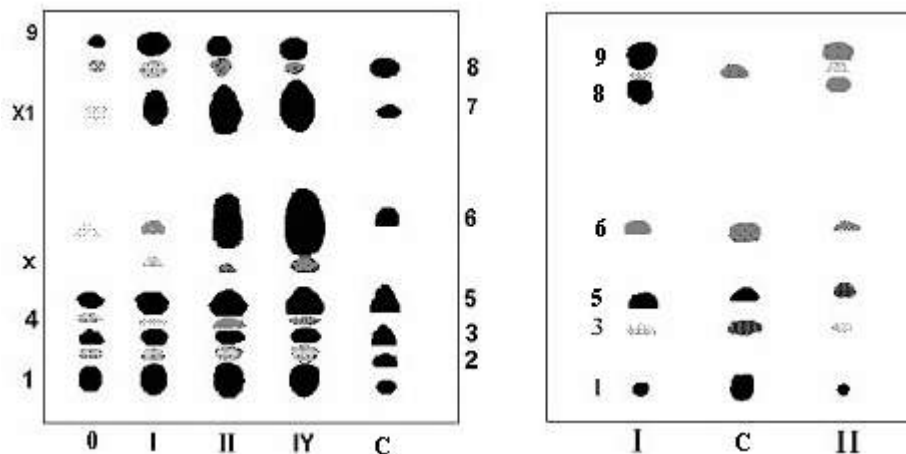
Этим методом можно определить 10–20 мкг вещества с точностью до 5–7 %. В зависимости от природы подвижной фазы (ПФ), тонкослойная хроматография может быть адсорбционной и распределительной. Наиболее широко применим в ТСХ первый вариант разделения.

Неподвижная твердая фаза (оксид алюминия, силикагель и др.) тонким слоем наносится на стеклянную, металлическую (алюминиевая фольга) или пластмассовую пластинку, закрепляется слой с помощью крахмала или гипса (иногда используют пластинки с незакрепленным слоем). Для хроматографирования могут использоваться готовые пластинки, выпускаемые промышленностью, размером 5 x 15 или 20 x 20 см. На расстоянии 2 см от края пластинки на стартовую линию с помощью микропипетки или микрошприца наносят пробы анализируемого раствора (диаметр пятен 3–5 мм). После испарения растворителя край пластинки помещают в стеклянную камеру, на дно которой налит растворитель (ПФ) в количестве, достаточном для образования слоя глубиной 0,5 см. Камеру закрывают крышкой.

При хроматографировании растворитель движется снизу вверх (восходящий вариант) вдоль слоя сорбента и с разной скоростью переносит компоненты смеси, что приводит к их пространственному разделению. После окончания хроматографического

процесса пластинку вынимают из камеры, отмечают линию фронта растворителя (обычно около 10 см) и высушивают.

Если компоненты смеси окрашены, то они четко видны на пластине после разделения. Неокрашенные соединения обнаруживают различными способами. Идентификацию веществ на хроматограмме осуществляют по характеру окраски пятен, параметру удерживания и с помощью стандартных веществ (свидетелей).



Система растворителей: гексан-диэтиловый эфир-уксусная кислота (85:15:1 по объему). С – стандарт, 0 – начало роста, I – 6 суток, II – 13 суток, III – 24 суток, IV – 38 суток. 1 – полярные липиды, 2 – диацилглицерины, 3 – стерины, 4 – свободные жирные кислоты, 6 – триацилглицерины, 7 – МЭЖК в стандарте, 8 – эфиры стеринов, 9 – углеводороды, X и X1 – неидентифицированные фракции.

Рисунок 15 – ТСХ липидов музейного штамма *Botryococcus braunii* Kutz No LB 807/1 Dgoor 1950 H-252 (слева) и изолята *Botryococcus* озера Шира (справа).

В качестве иллюстрации метода приведена тонкослойная хроматограмма липидов углеводородсинтезирующих штаммов *Botryococcus braunii* Kutz, иллюстрирующая изменения состава липидов в процессе роста водоросли и изолята озера Шира (рисунок 12).

Наряду с хроматографией перспективными для биотехнологии методами разделения веществ служат электрофорез и его модификации.

*Электрофорез* – метод разделения белков и нуклеиновых кислот в свободном водном растворе и пористом матриксе, в качестве которого можно использовать полисахариды, например, крахмал или агарозу. Биомолекулы обычно несут суммарный положительный или отрицательный заряд, обусловленный наличием на их поверхности положительно или отрицательно заряженных групп аминокислот. Если белковые молекулы поместить в электрическое поле, они начинают перемещаться со скоростью, которая определяется их суммарным зарядом, а также формой и размерами.

В середине 60-х г. г. был разработан модифицированный метод электрофореза – электрофорез в полиакриламидном геле в присутствии додецилсульфата натрия (ДСН-ПААГ). При использовании данного метода белки мигрируют в инертном матриксе-полиакриламидном геле с высоким содержанием поперечных сшивок. Обычно гель готовят полимеризацией мономеров непосредственно перед использованием. Размеры пор геля могут быть подобраны произвольно с тем, чтобы гель мог замедлить миграцию определенных молекул. При этом белки находятся в растворе, содержащем мощный, отрицательно заряженный детергент – додецилсульфат натрия или ДСН (SDS). Связываясь с гидрофобными участками белковой молекулы, этот детергент вызывает развертывание белковых молекул в длинные вытянутые цепи. Каждая молекула белка связывает значительное количество молекул детергента, приобретая суммарный отрицательный заряд. По этой причине белок после того, как будет приложено

напряжение, начнет двигаться в направлении положительного электрода. Белки одного размера ведут себя сходным образом, поскольку, во-первых, их природная структура полностью нарушена ДСН так, что их форма идентична, во-вторых, они связывают одинаковое количество ДСН и приобретают одинаковый негативный заряд. Крупные белки, обладающие большим зарядом, подвергаются действию значительных электрических сил, а также более существенному торможению. В обычных растворах эти эффекты, как правило, взаимно погашаются, но в порах полиакриламидного геля, действующего как молекулярное сито, большие молекулы тормозятся значительно сильнее, чем малые, поэтому оказываются ближе к стартовой линии. Смесь молекул делится на ряд полос, расположенных в соответствии с их молекулярной массой. Выявить эти полосы можно путем окрашивания соответствующим красителем. Например, белки идентифицируются красителем кумасси синим. Известно, что близко расположенные полосы в геле могут перекрываться. Этот эффект препятствует выявлению большого количества белков (не больше 50) с помощью одномерных методов их разделения.

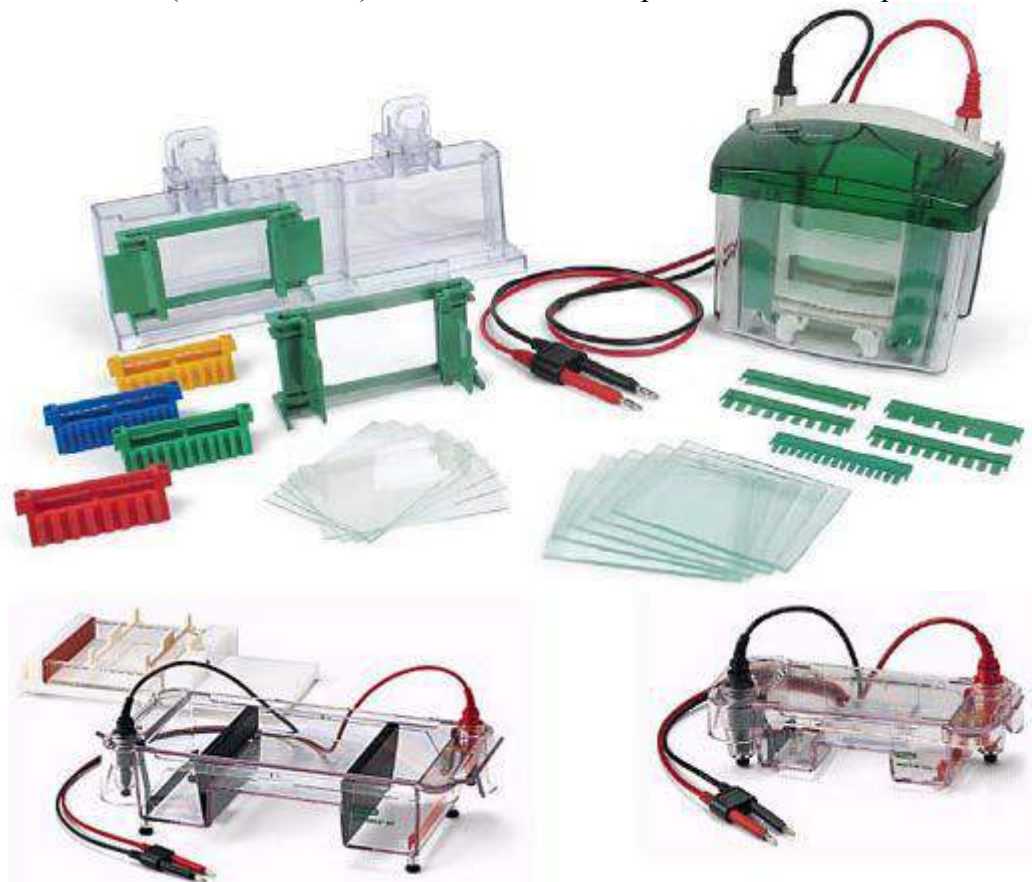


Рисунок 16 – Аппаратура для электрофореза.

Аппаратура для гель-электрофореза может различаться конструктивно (рисунок 13).

Экстракты разрушенных клеток можно фракционировать, подвергая их высокоскоростному центрифугированию. Такая обработка делит клеточные компоненты по их размеру: более крупные частицы при центрифугировании движутся быстрее. Крупные компоненты экстракта, в том числе ядра или неразрушенные клетки, быстро оседают (седиментируют) при относительно низких скоростях и образуют осадок на дне центрифужной пробирки.

Центрифугирование является, как правило, первым этапом фракционирования, с его помощью разделяются только значительно отличающиеся по размеру компоненты. Чтобы достигнуть более высокой степени разделения фракций, необходимо гомогенат наслоить тонким слоем поверх солевого раствора.

*Задание 12.* Изучите современные методы исследования целевых продуктов. Ответьте на вопросы.

1. Опишите основные методы разделения веществ. Что такое флотация? Центрифугирование? Каковы особенности их применения?
2. Каковы основные методы разрушения клеток? В чем достоинства и недостатки физических и химических методов разрушения клеток?
3. Перечислите стадии разрушения клеток. В чем они заключаются?
4. Какими методами производят выделение целевого продукта из культуральной жидкости? В чем суть этих методов?
5. Для чего используется метод хроматографии? Опишите суть метода.
6. Изучите метод тонкослойной хроматографии. Оцените его преимущества и недостатки.
7. Опишите сущность метода электрофореза. Границы его применения.
8. Для чего необходим метод высокоскоростного центрифугирования? Что дает такая обработка?

### **1.2.3. Занятие 6. Концентрирование и высушивания биопрепаратов**

В культуральной жидкости после окончания процесса ферментации содержатся микроорганизмы, продукты их жизнедеятельности, остатки питательной среды, пеногаситель, растворимые и нерастворимые вещества. Целевым продуктом биосинтеза могут быть непосредственно сами микроорганизмы либо их метаболиты, растворенные в культуральной жидкости или находящиеся внутри клеток микроорганизмов.

Почти во всех случаях для получения целевого продукта необходимо отделить взвешенную фазу – массу микроорганизмов – от культуральной жидкости.

Культуральные жидкости обычно являются сложными смесями и содержат большое число компонентов, многие из которых обладают близкими физико-химическими свойствами.

Наряду с растворенными минеральными солями, углеводами, белками и другими органическими веществами культуральные жидкости содержат в значительном количестве полидисперсные коллоидные частицы и взвеси. Следовательно, они являются не только многокомпонентными растворами, но и суспензиями. Дисперсная фаза этих суспензий состоит из мицелля или клеток микроорганизмов, а также из твердых частиц, содержащихся во многих питательных средах: муки, хлопьев из кукурузного экстракта и т.п. Содержание микроорганизмов в культуральной жидкости, как правило, очень низкое. В 1 л содержится обычно 5-10 г сухой биомассы. Отделение такого количества взвешенной фазы – трудная технологическая задача, которую приходится решать путем концентрирования различными способами (флотирование, сепарирование, упаривание).

Способы отделения клеточной биомассы микроорганизмов от культуральной жидкости можно разделить на:

- механические (отстаивание, фильтрование, центрифугирование);
- теплотехнические (сушка).

#### *Методы выделения и концентрирования целевого продукта*

Все методы выделения продуктов микробиологического синтеза из культуральной жидкости делят на две группы:

1. экстракция, ионный обмен, адсорбция, кристаллизация, если целевой продукт в растворе;
2. осаживание, фильтрование, центрифугирование, сепарирование, если целевой продукт в виде твердой фазы.

Часто невозможно выделить целевой продукт с помощью одного метода, тогда применяют комбинацию нескольких методов и в процессе выделения переводят продукт

из растворимой формы в нерастворимую (или наоборот). Как правило, при выделении растворенных веществ культуральную жидкость приходится подвергать предварительной обработке и очистке с помощью осаживания, фильтрования, центрифугирования, сепарирования и мембранных методов (электродиализ, ультра- и микрофильтрация).

#### *Осаживание*

*Осаживание (седиментация)* – это процесс расслоения дисперсных систем под действием силы тяжести и отделение дисперсной фазы в виде осадка.

Скорость осаживания биомассы из культуральной жидкости невелика и составляет порядка  $10^{-6}$ - $10^{-7}$  м/с.

Для ускорения процесса осаживания применяют:

1. коагулянты – вещества, переводящие взвешивание частиц в агрегатно-неустойчивое состояние;

2. флокулянты – вещества, способствующие разрушению коллоидных структур и образованию крупных хлопьев.

В качестве коагулянтов применяют обычно желатин, рыбный клей, казеин, в качестве флокулянтов – метилцеллюлозу, пектин, альгинат натрия и др.

#### *Фильтрование*

*Фильтрование* – это разделение твердой и жидкой фаз суспензии при пропускании ее через пористую перегородку.

Конечная цель фильтрования – получение твердой или жидкой фазы (когда одна из них является отходом), а также одновременное получение твердой и жидкой фаз.

Фильтрование – гидродинамический процесс, скорость которого прямо пропорциональна разности давлений, создаваемой по обеим сторонам фильтровальной перегородки и обратно пропорциональна сопротивлению, испытываемому жидкостью при ее движении через поры перегородки и слой образовавшегося осадка.

В качестве вспомогательных фильтровальных материалов используются фильтровальные порошки, которые вносят в фильтруемую жидкость как наполнители или предварительно наносят на рабочую поверхность фильтра в виде грунтового слоя.

#### *Экстракция*

*Экстракция* - процесс разделения смеси твердых и жидких веществ с помощью избирательных (селективных) растворителей (экстрагентов).

Физическая сущность экстракции состоит в переходе извлекаемого компонента из одной фазы (жидкой или твердой) в фазу жидкого экстрагента при их взаимном соприкосновении. Экстрагируемые компоненты переходят из исходного раствора в растворитель вследствие разности концентраций, поэтому данный процесс относится к числу диффузионных.

Процесс экстракции проводится обычно в двухфазных системах: «твердое тело-жидкость» или «жидкость-жидкость».

Область применения экстракции: выделение и очистка антибиотиков, витаминов и аминокислот.

#### *Ионообмен*

Ионообмен представляет собой сорбционный процесс.

*Адсорбция* – это процесс поглощения одного или нескольких компонентов целевого продукта из газовой смеси или раствора твердым веществом – *адсорбентом*.

Процессы адсорбции (как и другие процессы массопередачи) избирательны и обычно обратимы. Благодаря этому становится возможным выделение поглощенных веществ из адсорбента, т.е. проведение процесса *десорбции*.

Первые сорбционные методы выделения и очистки биологически активных веществ и антибиотиков были основаны на применении молекулярных сорбентов

(активированные угли, окись алюминия и др.). Молекулярные сорбенты одинаково хорошо собирают выделяемое вещество и ряд примесей.

В настоящее время разработаны ионообменные сорбенты (иониты), которые характеризуются различной избирательностью и высокой специфичностью.

Иониты – это органические и неорганические вещества, практически не растворимые в воде и обычных растворителях, которые содержат активные (ионогенные) группы с подвижными ионами, способные обменивать эти ионы на ионы электролитов при контакте их с растворами.

Наиболее перспективны синтетические ионообменные смолы. Иониты нашли широкое применение в технологии производства антибиотиков на этапе их сорбции из культуральной жидкости.

### *Кристаллизация*

*Кристаллизация* – это выделение твердой фазы в виде кристаллов, главным образом из растворов и расплавов.

Кристаллизация антибиотиков и других биологически активных веществ основана на резком уменьшении их растворимости в результате изменения температуры раствора (обычно понижения, но иногда, например, в случае эритромицина – повышения) или перевода их в другую плохо растворимую химическую форму. Последнее достигается изменением рН раствор или добавлением соответствующего реагента, часто с одновременным снижением температур.

Кристаллизация является не только способом получения антибиотиков в твердом виде, но и очень эффективным средством очистки от сопутствующих примесей, что является существенным преимуществом по сравнению с некоторыми другими методами разделения.

Метод кристаллизации нашел применение в технологии получения антибиотиков (тетрациклина, эритромицина и др.), витаминов, полисахаридов.

### *Упаривание*

*Упаривание* – это процесс концентрирования жидких растворов путем частичного удаления растворителя испарением при нагревании жидкости. В ряде случаев упаренный раствор подвергают последующей кристаллизации.

Концентрированные растворы и твердые вещества, получаемые в результате упаривания, легче и дешевле перерабатывать, хранить и транспортировать.

Обычно производство антибиотиков осуществляют при температуре 60-70 °С под вакуумом, поэтому метод недопустим при переработке термолабильных биологически активных веществ.

### *Мембранные способы разделения*

К мембранным методам разделения относятся:

1. Диализ и электродиализ.
2. Обратный осмос.
3. Микрофльтрация.
4. Ультрафльтрация.

В основе этих методов лежит явление осмоса – диффузия растворенных веществ через полупроницаемую перегородку, представляющую собой мембрану с большим количеством (до  $10^{10}$ - $10^7$  на  $1 \text{ м}^2$ ) мелких отверстий – пор, диаметр которых не превышает 0,5 мкм.

Под *мембраной* обычно принято понимать высокопористую или беспористую плоскую или трубчатую перегородку, оформленную из полимерных или неорганических материалов и способную эффективно разделять частицы различных видов (ионы, молекулы, макромолекулы и коллоидные частицы), находящиеся в смеси или растворе.

Использование мембран позволяет создавать экономически высокоэффективные и малоотходные технологии.

К основным мембранным методам разделения жидких систем относятся обратный осмос, ультра- и микрофльтрация. Эти методы характеризуются такими общими чертами, как использование полупроницаемых, т. е. по-разному пропускающих компоненты растворов и суспензий, мембран, применение в качестве движущей силы процессы избыточного давления, способы борьбы с концентрационной поляризацией.

Как известно ветеринарными иммуно-биологическими препаратами (ВИБП) являются препараты, предназначенные для специфической профилактики, диагностики и лечения инфекционных, паразитарных болезней и аллергических состояний: вакцины, иммуноглобулины, интерфероны, цитокинины, сыворотки, бактериофаги, эубиотики, аллергены, диагностические препараты, питательные среды, иммуномодуляторы бактериального происхождения. В технологии приготовления практически всех из указанных препаратов можно найти применение микрофльтрации.

Перспективным направлением использования микрофльтрации в технологии производства. В ИБП является метод культивирования микроорганизмов, который сочетает мембранные элементы с ферментационным оборудованием, что привело к созданию мембранных биореакторов (МБР).

Под МБР понимается обычный аппарат, в котором конструктивно объединены биореактор для глубинного культивирования клеток и мембранный модуль, обеспечивающий выведение потока бесклеточной культуральной жидкости.

В более широком смысле к МБР можно отнести и такие технологические решения, когда биореактор и мембранный аппарат связаны в единую систему с обратной связью, например, благодаря возврату пермеата или его части (концентрата или его части) в биореактор в целях управления процессом культивирования и биосинтеза.

Применение мембран в биореакторах основано на принципе смещения химического равновесия в сторону образования целевого продукта путем удаления этого продукта из реагирующей системы (принцип Ле-Шателье). Для этого регулирующие компоненты приводят в контакт с полунепроницаемой мембраной, обладающей преимущественной проницаемостью для целевых продуктов. Поскольку принцип Ле-Шателье является универсальным, то с такой точки зрения можно рассматривать не только МБР, в которых нужные вещества получают с помощью ферментативных химических реакций, но и мембранные ферменты, используемые для культивирования микроорганизмов с целью получения продуктов биосинтеза или для накопления клеточной биомассы.

В МБР осуществляется проведение одновременно двух процессов:

- управляемое культивирование микроорганизмов в объеме биореактора;
- удаление культуральной жидкости (или ее части) и замена её свежей питательной средой.

Благодаря этому становится возможным создание процесса культивирования микроорганизмов, непрерывного по жидкой фазе и периодического по условно твердой фазе – биомассе, что позволяет устранить ряд недостатков, присущих периодическим способам культивирования.

#### *Способы консервирования биологических препаратов*

Необходимость стабилизации материалов биологического происхождения, связанная с их чрезвычайной нестойкостью, возникла на заре биологической науки.

Известно, что в обычных условиях продолжительность сохранения большинства биологических продуктов исчисляется несколькими днями. В связи с этим разрабатывались различные способы консервирования биологических препаратов, которые в настоящее время можно разделить на:

- консервирование при положительных температурах с помощью химических соединений (хлороформ, фенол, глицерин, формалин и т.д.);
- консервирование при низких температурах (замораживание);
- консервирование высушиванием.

Высушивание является одним из наиболее совершенных процессов стабилизации свойств продуктов биологического (растительного, животного, микробиологического) происхождения и позволяет сохранять данные продукты в обычных условиях длительное время. Кроме того, существенно уменьшенная масса позволяет значительно снизить транспортные расходы и затраты на тару.

Необходимо отметить, что обезвоживание – трудный технологический процесс, который часто является решающим этапом производства, влияющим на качество выпускаемой продукции. Достоинством искусственного высушивания является значительно меньшие затраты времени на удаление влаги. Процесс сушки – это разнообразный комплекс тепловых, диффузионных, часто биологических и химических явлений (особенно когда дело касается интенсивной сушки). Препараты биологического происхождения обычно представляют собой сложные объекты сушки, характеризующиеся рядом показателей, важнейшими из которых являются начальная, конечная и равновесная влажность, термические, электрофизические, структурно-механические и массообменные характеристики. Разнообразие свойств продуктов требует индивидуального подхода к разработке рациональных методов их сушки (с учетом требований к качеству готового изделия).

В настоящее время различают естественную сушку на открытом воздухе и искусственную, в специальных устройствах с организованным и регулируемым подводом сушильного агента. По мнению ряда авторов, наиболее широкое внедрение на практике получили следующие методы сушки:

- сублимационный (лиофильный);
- конвекторный;
- контактный;
- терморadiационный;
- токами высокой частоты;
- комбинированный.

#### *Лиофильное высушивание биопрепаратов*

Одним из основных методов консервирования биопрепаратов, позволяющих длительное время сохранять их активность, является метод лиофильного высушивания. Он позволяет сохранить практически без изменения первоначальные свойства живых и реже инактивированных вакцин – диагностических и лечебных сывороток, агентов и других биологически активных препаратов, используемых для профилактики, диагностики и лечения.

Лиофильное высушивание состоит из двух приемов консервирования: замораживания и высушивания. Влагу из замороженных препаратов удаляют с использованием глубокого вакуума, минуя жидкую фазу. В процессе сушки влага перемещается в препарате не в виде жидкости, а в виде пара. В результате удается максимально сохранить специфические свойства белков, свести к минимуму их денатурацию, обеспечить живым клеткам и вирусам состояние длительного анабиоза, что позволяет получить стандартизированные по активности биопрепараты.

Консервирование биопрепаратов методом лиофильного высушивания имеет ряд преимуществ перед другими методами:

- снижается масса биопрепарата;
- длительное время сохраняется исходная активность: вакцин – до 12-18 мес., сывороток - до 2-3 лет,
- прекращается рост микробных контаминантов.



Высушенные препараты можно хранить при температуре +4...+8 °С; допускается кратковременное повышение температуры до +10...+15 °С (на период транспортировки до 7 дней).

Собственно сублимацию условно подразделяют на 2 этапа:

1. сушка при минусовых температурах при повышении температуры на 1-2 °С в час;
2. сушка при плюсовых температурах.

Иногда эти периоды называют период удаления из материала свободной влаги и период удаления связанной влаги.

Первый период заканчивается, когда температура материала приближается к нулю градусов. Во втором периоде досушивания температуру поднимают до конечной температуры препарата, равной +25...+28 °С. Как правило, продолжительность первого периода значительно больше второго. В первом периоде удаляется до 90 % влаги, во втором остаточная влажность составляет 1-4 %. Признаком окончания второго периода является достижение заданной температуры и удержание её на этом уровне 1-3 часа, при этом вакуум в системе постоянно поддерживается на минимальном уровне. После окончания сушки прекращают нагрев и выключают вакуум-насос, постепенно уменьшают вакуум, впуская через специальный фильтр стерильный атмосферный воздух, либо инертный газ, обеспечивающий более длительное хранение материала при плюсовых температурах.

Сухой материал в ампулах запаивают под вакуумом, во флаконах герметически закупоривают, предварительно заполнив их инертным газом (аргоном, неонем, азотом).

#### *Конвективный метод высушивания биопрепаратов*

Конвективный метод высушивания является самым распространенным в биологической промышленности, на нем основана работа подавляющего большинства сушильных установок. В качестве сушильного агента применяют нагретый воздух, топочный газ или перегретый пар. Сушильный агент передает тепло материалу, под действием которого из материала удаляется влага в виде пара, поступающая в окружающую среду. Таким образом, сушильный агент при конвективной сушке является теплоносителем и влагопоглотителем.

*Конвективный* метод нашел применение в камерных сушильных установках. В таких аппаратах сушка материала производится периодически при атмосферном давлении. Сушилки имеют одну или несколько камер, в которых высушиваемый материал в зависимости от его вида располагается на сетках, противнях, шестах и т. д. и сушится в неподвижном состоянии. Поток нагретого воздуха проходит вдоль высушиваемого продукта и испаряет из него влагу.

*Камерными* сушильными установками непрерывного действия являются туннельные сушилки, работающие при атмосферном давлении. Камеры представляют собой длинный герметично закрытый туннель, в котором высушиваемый материал перемещается прямо или в противотоке сушильного агента, на кюветах или по ленте транспортера.

Сушильные установки камерного типа непрерывного и периодического действия имеют ряд недостатков:

- большая продолжительность сушки;
- неравномерность высушивания материала;
- значительные потери тепла при загрузке и выгрузке продукта;
- трудоемкость процесса.

В сушильной технике также используются барабанные сушильные установки, представляющие собой полый цилиндр с внутренней насадкой для непрерывного пересыпания и перемещения высушиваемого материала, в который подается теплоноситель.

### *Контактный метод высушивания*

Этот метод сушки основывается на передаче тепла материалу при соприкосновении с горячей поверхностью. В качестве греющего теплоносителя используют чаще всего водяной пар, реже газы и высококипящие жидкости. Поток воздуха (вакуум) при этом способе служит только для удаления водяных паров из сушилки, являясь влагопоглотителем. По данным литературы, Коэффициент теплоотдачи при этом способе значительно выше, чем при конвекторной сушке.

Простейшими контактными сушильными аппаратами являются вакуум-сушильные шкафы периодического действия. Такая сушилка представляет собой герметично закрывающуюся камеру, снабженную рядом полок, внутри которых проходит теплоноситель. Высушиваемый материал укладывается непосредственно на эти полки либо на съемные противни. Образующиеся при сушке пары отсасываются вакуум-насосом. Будучи очень металлоемкими эти сушилки в то же время малопроизводительны, что объясняется неподвижностью слоя высушиваемого материала и большей частью недостаточно полным контактом с поверхностью нагрева.

Широкое применение получили вальцовые сушильные установки непрерывного действия различных конструктивных модификаций. В корпусе сушильной установки вращается полый барабан, обогреваемый изнутри тепловым агентом. Исходный жидкий материал непрерывно подается на барабан, где за один неполный оборот последнего высушивается и срезается ножами. Для большей производительности при конкретном обезвоживании используются двухвальцовые сушилки

### *Терморadiационный метод высушивания*

Сущность терморadiационного метода сушки состоит в том, что тепло материалу передается за счет невидимых тепловых (инфракрасных) лучей. Инфракрасные лучи (ИКЛ) - это лучи с длиной волны 0,77-340 мкм.

По мнению ряда авторов, при сушке ИКЛ к материалу подводится тепловой поток в несколько десятков раз больше, чем при конвективном способе, следовательно, увеличивается и скорость сушки инфракрасными лучами по сравнению с конвективной, но не пропорционально увеличению теплового потока. Так, для биологических препаратов растительного происхождения сушка ИКЛ ускоряется по сравнению с интенсифицированными методами конвективной сушки на 25-95 %. Чем меньше длина волны, тем больше проникающая способность инфракрасных лучей. Проницаемость материалов зависит в основном от толщины слоя и влажности продукта.

Для материалов, у которых размер частиц больше глубины проникновения инфракрасных лучей, рекомендуется прерывистое облучение. В период прекращения подачи ИКЛ температура на поверхности частиц материала падает вследствие продолжительного интенсивного испарения. Температура внутри частицы больше, чем на поверхности, и влага начинает перемещаться из центральных слоев к поверхностным под действием обоих градиентов: температуры и влагосодержания.

По характеру излучателей инфракрасных лучей различают терморadiационные сушилки с электрическим и газовым обогревом. Наиболее широко используются на практике терморadiационные сушилки с газовыми панельными излучателями.

### *Метод сушки токами высокой частоты*

При сушке токами высокой частоты (частота колебания 10-3000 МГц) органический материал помещается между обкладками конденсатора, к которым подается электрический ток высокой частоты. Продукты биологического происхождения представляют собой диэлектрики, имеющие некоторую проводимость, т.е. обладают свойствами полупроводников. В состав органических материалов входят ионы электролитов, электроны, полярные и неполярные молекулы диэлектриков. Неполярные молекулы состоят из жестких упругих диполей. Полярные молекулы с постоянным

дипольным моментом ориентируются в электрическом поле. Под действием переменного электрического поля высокой частоты происходит регулируемый нагрев материала.

Обкладки конденсатора имеют противоположный заряд, поэтому электроны и ионы перемещаются внутри материала к той или иной обкладке. При смене заряда на обкладках они перемещаются в противоположных направлениях, в результате чего неизбежно возникает трение с выделением тепла.

Таким образом, энергия электромагнитных волн, затрачиваемая на преодоление этих трений, будет переходить в тепло.

В электрическом поле высокой частоты нагрев частиц органического материала осуществляется за доли секунды. Поверхностные слои материала теряют часть тепла вследствие тепло- и влагообмена с окружающей средой, поэтому температура материала будет выше внутри, чем снаружи. Под действием температурного градиента влага изнутри перемещается к поверхности частицы.

Преимущества сушки токами высокой частоты по сравнению с конвективной и контактной состоит в возможности регулирования и поддержания определенной температуры внутри материала и интенсификации процесса. Однако большие затраты электроэнергии, сложное оборудование и обслуживание, повышенные требования техники безопасности ограничивают применение токов высокой частоты для сушки.

#### *Комбинированные методы высушивания*

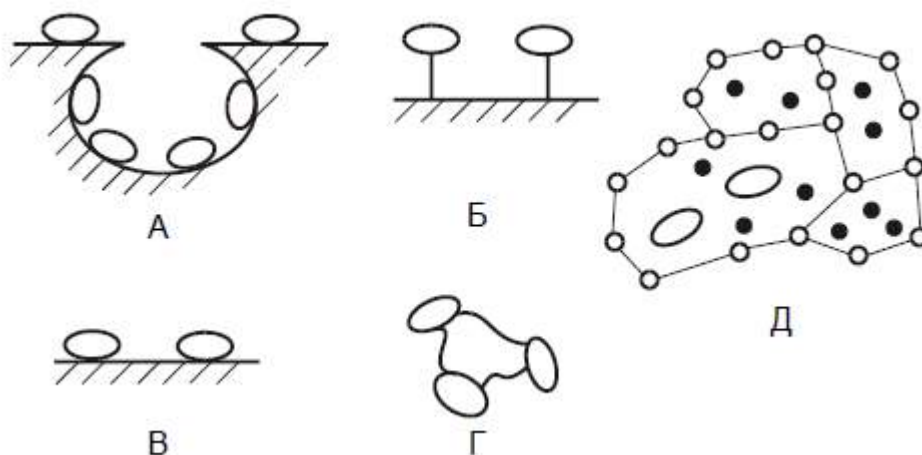
В настоящее время для высушивания термалабильных препаратов, кроме рассматриваемых выше методов, применяются их различные комбинации, которые позволяют достичь высокого качества получаемой продукции, повышения производительности и экономичности процесса, уменьшения трудозатрат. Примерами комбинированных способов сушки могут служить распылительно-сублимационное высушивание, контактно-сорбционное обезвоживание и т. д.

#### *Иммобилизация, использование иммобилизации*

*Иммобилизация* – это процесс прикрепления биологических агентов (ферментов, клеток) к поверхности природных или синтетических материалов, включение их в полимерные материалы, полые волокна и мембранные капсулы, поперечная химическая сшивка. Принципы этих технологий в настоящее время получили широкое развитие в связи с новым направлением биотехнологии «Инженерная энзимология». При иммобилизации ферментов происходит стабилизация каталитической активности, иммобилизованный фермент, имеющий ограниченную возможность для конформационных перестроек, быстрее растворимого находит кратчайший путь к функционально активной конформации. Это позволяет организовывать на базе иммобилизованных ферментов эффективные биотехнологические процессы многократного периодического, а также непрерывного действия с использованием принципа взаимодействия подвижной и неподвижной фаз.

Принципы иммобилизации ферментов все более широко используются в настоящее время для иммобилизации клеток, предназначенных для ряда биотехнологических процессов, – биоорганического синтеза, детекции ряда соединений, деградации и связывания токсикантов.

Известны различные методы иммобилизации: адсорбционные методы и методы химического связывания на поверхности, методы механического включения или захвата, методы химического присоединения (рисунок 16).



А – адсорбция на крупнопористом носителе; Б – ковалентное связывание; В – адсорбция;  
Г – поперечная сшивка; Д – включение в гель  
Рисунок 17 – Основные методы иммобилизации (Волова Т. Г. И др., 2008).

Методы иммобилизации путем адсорбции основаны на фиксировании фермента на поверхности различных материалов – неорганических (силикагель, пористое стекло, керамика, песок, обожженная глина, гидроокиси титана, циркония, железа) и органических (хитин, целлюлоза, полиэтилен, ионообменные смолы, вспененная резина, полиуретан с ячеистой структурой).

Адсорбция – это самый простой метод иммобилизации ферментов на поверхности нерастворимых носителей. Процедура иммобилизации состоит в смешивании в определенных условиях фермента с носителем и инкубации смеси. Затем при помощи фильтрования и центрифугирования проводят отделение нерастворимого компонента смеси от растворимого. Адсорбция – мягкий метод иммобилизации; недостаток данного метода – непрочность связей. Поэтому при незначительном изменении условий среды (рН, температуры, ионной силы, концентрации продукта) возможна десорбция клеток с поверхности носителя.

Наиболее распространенным методом иммобилизации клеток является включение в полимерную структуру (метод механического захвата). Для этого применяют различные материалы: альгинат, желатину, каррагинан, коллаген, хитин, целлюлозу, полиакриламид. Взвесь клеток смешивают с раствором мономеров носителя. Далее создают условия для процесса полимеризации, в ходе которого происходит механическое включение клеток в структуру носителя. Важным моментом является равномерность распределения клеток в объеме носителя и однородность получаемых агрегатов. Техника включения зависит от природы и свойств используемого материала, образуемые при этом биосистемы имеют вид гранул, волокон, полимерных сеток, пленок и т.п.

На практике для иммобилизации клеток широко применяют полиакриламидный гель (ПААГ), клетки вносят в раствор мономера (N, N1-метиленадиакриламида). Далее формируется гель в виде блока. Монолитный гель измельчают, придавая частицам форму кубиков желаемого размера. При использовании желатины или агар-агара вначале подогревают их растворы, затем охлаждают и вносят фермент. В процессе последующего охлаждения происходит формирование геля. Полимеризация альгината происходит в присутствии некоторых катионов. Поэтому на первом этапе смешивают растворы фермента и мономеров этих полисахаридов, далее смесь с помощью дозирующего устройства вносят в раствор, содержащий ионы  $Ca^{2+}$  или  $Ba^{2+}$  (для альгината) или  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $K^{+}$  или  $Mo^{2+}$  (для каррагинана), при этом образуются сферические полимерные частицы в виде гранул.

Гели в зависимости от природы используемого полимерного материала отличаются по ряду показателей. Например, гели ПААГ недостаточно прочные, но этого можно избежать при использовании ПААГ, содержащего жесткую арматуру из керамики. При увеличении степени сшивки с целью придания большей прочности гелю возникают проблемы диффузионных затруднений. Альгинатные гели отличаются высокой прочностью и хорошими гидродинамическими свойствами, что не создает препятствий для притока к активным центрам молекул ферментов субстрата и оттока образуемого продукта. При работе с альгинатом кальция важно отсутствие в иммобилизационной системе хелатирующих агентов (фосфатов, цитратов), которые, связывая кальций, разрушают структуру геля.

Клетки, иммобилизованные на поверхности или в порах носителя или включенные в полимерный матрицы, используются в ряде процессов, прежде всего для очистки сточных вод, газовоздушных выбросов и т. п.

*Вопросы:*

1. Что может содержаться в культуральной жидкости после окончания процесса ферментации?
2. Какие основные способы концентрации биомассы Вы знаете?
3. Какие применяются методы выделения продуктов микробиологического синтеза из культуральной жидкости, если целевой продукт находится в растворе?
4. Какие применяются методы выделения продуктов микробиологического синтеза из культуральной жидкости, если целевой продукт находится в твердой фазе?
5. Что такое осаждение биомассы и какова его скорость?
6. Какие вещества применяют для ускорения процесса осаждения биомассы?
7. В чем суть центрифугирования биомассы?
8. Каковы технологические особенности сепарирования и до какой влажности они позволяют сконцентрировать осадок?
9. Каковы области применения центрифугирования?
10. Что такое фильтрование?
11. От чего зависит скорость фильтрования?
12. Что такое экстракция культуральной жидкости?
13. Вследствие чего экстрагируемые компоненты переходят из исходного раствора в растворитель?
14. Что такое ионообмен, адсорбция, десорбция?
15. Какие молекулярные сорбенты Вам известны?
16. Что такое кристаллизация целевого продукта, и какими способами она достигается?
17. В чем преимущество кристаллизации, и в каких биотехнологических процессах она используется?
18. Что такое упаривание культуральной жидкости, его режим достоинства и недостатки?
19. Что лежит в основе мембранных методов разделения жидких систем?
20. Из чего делают полупроницаемые мембраны и какие к ним предъявляют требования?
21. Что объединяют в себе мембранные биореакторы, и в чем их преимущество перед периодическими биореакторами?
22. Какие методы консервирования биологических препаратов Вам известны?
23. В чем суть методов естественного и искусственного высушивания? Какие методы искусственной сушки Вам известны?
24. Из каких этапов состоит лиофильное высушивание биопрепаратов, и в чем его преимущества?

25. При каких температурах и как долго хранятся биопрепараты, консервированные методом лиофильной сушки?
26. На каком этапе сублимации из материала удаляются свободная влага, а на каком – вязаная, и что является признаком окончания первого и второго периодов?
27. Какие газы используются при упаковке биопрепаратов в ампулы?
28. В чем суть конвективного метода высушивания биоматериала?
29. Каковы недостатки сушильных установок камерного типа?

### **1.3. Применение биотехнологических процессов для решения проблем окружающей среды**

#### **1.3.1. Занятие 7. Методы переработки отходов сельскохозяйственных производств, управление процессом биотрансформации отходов**

##### *Компостирование органических отходов*

Компостирование – это экзотермический процесс биологического окисления, в котором органический субстрат подвергается аэробной биодegradации смешанной популяцией микроорганизмов в условиях повышенной температуры и влажности. В процессе биодegradации органический субстрат претерпевает физические и химические превращения с образованием стабильного гумифицированного конечного продукта. Этот продукт представляет ценность для сельского хозяйства и как органическое удобрение, и как средство, улучшающее структуру почвы.

Отходы, поддающиеся компостированию, варьируют от городского мусора, представляющего собой смесь органических и неорганических компонентов, до более гомогенных субстратов, таких как навоз, отходы растениеводства, сырой активный ил и нечистоты. В процессе компостирования удовлетворяется в основном потребность в кислороде, органические вещества переходят в более стабильную форму, выделяются диоксид углерода и вода и возрастает температура. В естественных условиях процесс биодegradации протекает медленно, на поверхности земли, при температуре окружающей среды и в основном в анаэробных условиях. Естественный процесс разложения может быть ускорен, если перерабатываемый субстрат собрать в кучи, что позволит сохранить часть теплоты, выделяющейся при ферментации, и достигнуть более высокой скорости реакции. Этот ускоренный процесс и есть процесс компостирования.

Важными параметрами являются соотношение углерода и азота и мультидисперсность субстрата, необходимая для нормальной аэрации. Навоз, сырой активный ил и многие растительные отходы имеют низкое отношение углерода к азоту, высокую влажность и плохо поддаются аэрации. Их необходимо смешивать с твёрдым материалом, собирающим влагу, который обеспечит дополнительный углерод и нужную для аэрации структуру смеси.

В процессе компостирования принимает участие множество видов бактерий – более 2000 и не менее 50 видов грибов. Эти виды можно подразделить на группы по температурным интервалам, в которых каждая из них активна. Для психрофилов предпочтительна температура ниже 20°C, для мезофилов – от 20 до 40°C и термофилов – выше 40°C. Микроорганизмы, которые преобладают на последней стадии компостирования, являются, как правило, мезофилами.

##### *Пестициды*

Слив отходов производства пестицидов сегодня строго контролируется; технология очистки сточных вод или их детоксикации хорошо разработана, хотя остается сложной и многообразной. Она включает сначала экстракцию пестицидов растворителями, а затем обычную биологическую обработку. Для ликвидации непредусмотренных выбросов, происходящих при утечках или при промывке и замене контейнеров с пестицидами, подходящая технология пока отсутствует. Пестициды попадают в окружающую среду и в результате использования их для обработки

сельскохозяйственных культур. Большинство пестицидов расщепляются бактериями и грибами. Превращение исходного пестицида в менее сложные соединения нередко осуществляется при участии сообществ микроорганизмов. Были описаны различные стадии и промежуточные продукты процессов деградации ДДТ, идущей, например, в ходе сопряженного метаболизма и приводящей к полной минерализации этого стойкого пестицида. Часто из среды, содержащей ксенобиотики, можно выделить сообщества такого рода, в которых он служит не основным источником углерода, а источником фосфора, серы или азота. Чрезвычайно высокая токсичность пестицидов зачастую утрачивается на первой же стадии их модификации. Это позволяет разработать относительно несложные микробиологические способы их детоксикации. Например, в результате гидролиза может значительно уменьшиться токсичность пестицидов или увеличиться вероятность биodeградации. Для этого хорошо было бы использовать внеклеточные ферменты, способные функционировать в отсутствие коферментов или специфических факторов и осуществлять детоксикацию разнообразных пестицидов. Это могут быть такие гидролазы, как эстеразы, ациламиназы и фосфоэстеразы. Чтобы выбранный фермент можно было применять *in situ*, он должен обладать подходящей кинетикой в широком диапазоне температур и pH, быть нечувствительным к небольшим количествам растворителей и тяжелых металлов, не ингибироваться субстратом при концентрациях, характерных для содержимого очистных систем, а также хорошо храниться. В ряде случаев в качестве биологического агента детоксикации была испробована паратионгидролаза, выделенная из *Pseudomonas* spp. С её помощью удалось удалить 94 - 98% остаточного паратиона (около 75г) из контейнера с пестицидом за 16 ч при концентрации субстрата 1% (по весу). Забуференные растворы (паратионгидролазы) использовали также для детоксикации паратиона в разливах на почве, где его концентрация, по-видимому, была весьма высока. Скорость разложения паратиона в этом случае зависела от типа почвы, влажности, буферной емкости раствора и концентрации фермента. При этом значительные количества пестицида были обезврежены всего за 8 ч. Как показали лабораторные эксперименты, еще одна возможная сфера применения иммобилизованных ферментов — это очистка сточных вод. Были описаны гидролазы для детоксикации других пестицидов. Многие из них обладают широкой субстратной специфичностью, что открывает большие возможности для создания других простых систем детоксикации пестицидов. В будущем подобные системы смогут применять при промывке промышленных химических установок и реакторов, ферменты в виде аэрозолей - для удаления пестицидов с поверхностей, а ферменты в сочетании с пестицидами - для быстрого разрушения пестицидов после их использования.

### **1.3.2. Занятие 8. Применение биотехнологических методов для очистки газо-воздушных выбросов и деградации ксенобиотиков, приборы и оборудование, управление процессами очистки**

Проблема борьбы с загрязнением воздушного бассейна в условиях возрастающей технологической деятельности приобретает все большую остроту. В воздухе больших промышленных городов содержится огромное количество вредных веществ. При этом концентрация многих токсикантов превышает допустимые уровни. Основной вклад в загрязнение атмосферы вносят предприятия нефтеперерабатывающей, химической, пищевой и перерабатывающей промышленности, а также большие сельскохозяйственные комплексы, отстойники сточных вод, установки по обезвреживанию отходов.

Среди этих веществ – органические (ароматические и непредельные углеводороды, азот-, кислород-, серо- и галогенсодержащие соединения) и неорганические вещества (сернистый газ, сероуглерод, окислы углерода, аммиак, хлороводород, галогены). В воздушных бассейнах больших промышленных городов присутствуют десятки различных соединений, в том числе дурнопахнущие, способные даже в незначительных

концентрациях представлять угрозу для здоровья, а также вызывать у людей чувство дискомфорта.

Для очистки воздуха применяют различные методы – физические, химические и биологические, однако уровень и масштабы их использования в настоящее время чрезвычайно далеки от требуемых. Среди применяемых физических методов – абсорбция примесей на активированном угле и других поглотителях, абсорбция жидкостями. Наиболее распространенными химическими методами очистки воздуха являются озонирование, прокаливание, каталитическое дожигание, хлорирование. Биологические методы очистки газовой воздушной смеси начали применять сравнительно недавно и пока в ограниченных масштабах.

Биологические методы очистки воздуха базируются на способности микроорганизмов разрушать в аэробных условиях широкий спектр веществ и соединений до конечных продуктов,  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ .

Для биологической очистки воздуха применяют три типа установок: биофильтры, биоскрубберы и биореакторы с омываемым слоем.

#### *Биодеградация ксенобиотиков в окружающей среде*

Биодеградация органических соединений, загрязняющих окружающую среду, оправдана только в том случае, если в результате происходит их полная минерализация, разрушение и детоксикация; если же биохимическая модификация этих соединений приводит к повышению их токсичности или увеличивает время нахождения в среде, она становится не только нецелесообразной, но даже вредной. Детоксикация загрязняющих среду веществ может быть достигнута путем всего одной модификации структуры. Судьба ксенобиотика зависит от ряда сложным образом взаимосвязанных факторов как внутреннего характера (устойчивость ксенобиотика к различным воздействиям, растворимость его в воде, размер и заряд молекулы, летучесть), так и внешнего (рН, фотоокисление, выветривание). Все эти факторы будут определять скорость и глубину его превращения. Скорость биодеградации ксенобиотика данным сообществом микроорганизмов зависит от его способности проникать в клетки, а также от структурного сходства этого синтетического продукта и природного соединения, которое подвергается естественной биодеградации. В удалении ксенобиотиков из окружающей среды важную роль играют различные механизмы метаболизма.

В большинстве случаев при исследовании биодеградации использовался традиционный подход, основанный на выделении и анализе свойств чистых изолятов из окружающей среды. С другой стороны, из-за гетерогенности среды в ней формируются местообитания для множества разных микроорганизмов с самыми разнообразными метаболическими свойствами. Эти местообитания не могут не быть взаимосвязанными друг с другом. Ксенобиотики подвергаются действию смешанных популяций микроорганизмов, т.е. сообществ, для которых характерны отношения кооперации, комменсализма и взаимопомощи.

### **1.3.3. Занятие 9. Биотехнологические методы переработки городских стоков, приборы и оборудование, управление процессом биотрансформации стоков**

#### *Аэробная переработка отходов*

Аэробная переработка стоков – это самая обширная область контролируемого использования микроорганизмов в биотехнологии. Она включает следующие стадии:

1. адсорбция субстрата на клеточной поверхности;
2. расщепление адсорбированного субстрата внеклеточными ферментами;
3. поглощение растворенных веществ клетками;
4. рост и эндогенное дыхание;



5. высвобождение экскретируемых продуктов;
6. «выедание» первичной популяции организмов вторичными потребителями.

В идеале это должно приводить к полной минерализации отходов до простых солей, газов и воды. Эффективность переработки пропорциональна количеству биомассы и времени контактирования ее с отходами. Системы аэробной переработки можно разделить на системы с перколяционными фильтрами и системы с использованием активного ила.

#### *Перколяционные фильтры.*

Перколяционный фильтр был самой первой системой, примененной для биологической переработки отходов, причем его конструкция фактически не изменилась со времени создания в 1890 г. Эта система используется в 70 % очистных сооружений Европы и Америки и обладает рядом преимуществ, которые состоят в простоте, надежности, малых эксплуатационных расходах, образовании небольших излишков биомассы и возможности длительного использования установки (в течение 30-50 лет). *Основной недостаток перколяционного фильтра* – избыточный рост на нем микроорганизмов; это ухудшает вентиляцию, ограничивает протекание жидкости и приводит, в конечном счете, к засорению фильтра и выходу его из строя. Одна из недавних модификаций установки состоит в использовании чередующегося двойного фильтрования (ЧДФ), когда фильтры, на которые сначала поступает поток жидкости, периодически меняют местами с другими фильтрами. ЧДФ особенно ценно при очистке промышленных стоков. Для разрушения грязи в фильтрах используют обратную циркуляцию и пульсирующую подачу. Это улучшает величину биохимической потребности в кислороде (БПК), но снижает нитрифицирующую активность.

#### *Активный ил.*

Переработка отходов с помощью активного ила, осуществляемая сложной смесью микроорганизмов, была предложена в 1914 г. Этот процесс более эффективен, чем фильтрация, и позволяет перерабатывать сточные воды в количестве, в десять раз превышающем объем реактора. *Однако он обладает рядом недостатков*: - более высокими эксплуатационными расходами из-за необходимости перемешивания и аэрации; - большими трудностями в осуществлении и поддержании процесса; - образованием большого избытка биомассы. Несмотря на все это, процесс, использующий активный ил, остается наиболее распространенным методом переработки сточных вод в густонаселенных районах, поскольку требует меньших площадей, чем эквивалентная фильтрационная система. Как и в фильтрационные системы, в систему с активным илом были внесены следующие изменения. Они связаны с аэрацией.

1. *Градиентная аэрация*, приводящая интенсивность аэрации в соответствие с потребностью в кислороде, которая на входе больше, чем на выходе.

2. *Ступенчатая аэрация*, при которой по всей длине тэнка сточные воды поступают с интервалами.

3. *Контактная стабилизация*, при которой повторно используемый ил аэрируется, что способствует более полной утилизации микроорганизмами любых доступных питательных компонентов. Это приводит к более полной ассимиляции отходов при возврате в основные рабочие тэнки. В результате объем ила на стадии аэробного разложения уменьшается, и поэтому в принципе это аналогично увеличению аэрации.

4. *Использование чистого кислорода в закрытых тэнках*, которые поэтому могут работать при более высоких концентрациях биомассы; таким образом уменьшается время пребывания сточных вод в тэнке и, кроме того, решается проблема «разбухания» (избыточного роста нитчатых бактерий и грибов, препятствующего оседанию ила).

5. *Разработка колонного эрлифтного ферментера* компанией ICI в 1974 г. Он более экономичен, чем обычный, благодаря уменьшению времени пребывания сточных вод в тэнке и снижению эксплуатационных расходов.

*Задание 13:* Изучите биологические методы очистки городских стоков. Оцените их достоинства и недостатки. Письменно ответьте на вопросы.

1. Каковы основные методы биологической очистки городских стоков?
2. Каковы стадии аэробной переработки стоков?
3. Что такое перколяционный фильтр? каковы его достоинства и недостатки по сравнению с другими методами биологической очистки?
3. Что такое активный ил? как он используется для очистки городских стоков?
4. Сколько разновидностей аэрации активного ила вы узнали? каковы их характерные отличия: какая система аэрации по вашему мнению является наиболее эффективной?

#### *Биодеградация нефтяных загрязнений*

Сточные воды нефтяной промышленности обычно очищают биологическим способом после удаления большей части нефти физическими способами или с помощью коагулянтов. Токсическое воздействие компонентов таких сточных вод на системы активного ила можно свести к минимуму путем постепенной «акклиматизации» очистной системы к повышенной скорости поступления стоков и последующего поддержания скорости потока и его состава на одном уровне. Однако загрузка этих систем может значительно варьировать и, видимо, лучше использовать более совершенные технологии, например системы с илом, аэрированным чистым кислородом, или же колонные биореакторы.

Самые большие утечки нефти в окружающую среду происходят в море, где она затем подвергается различным физическим превращениям, известным как выветривание. В ходе этих абиотических процессов, включающих растворение, испарение и фотоокисление, разлагается (в зависимости от качества нефти и от метеорологических условий) 25 - 40% нефти. На этой стадии разрушаются многие низкомолекулярные алканы. Степень микробиологической деградации выветрившихся нефтяных разливов определяется рядом факторов. Весьма важен состав нефти: относительное содержание насыщенных, ароматических, содержащих азот, серу и кислород соединений, а также асфальтенов в различных типах нефти различно. Определенную устойчивость нефти придают разветвленные алканы, серосодержащие ароматические соединения и асфальтены. Кроме того, скорость роста бактерий, а, следовательно, и скорость биодеградации определяются доступностью питательных веществ, в частности азота и фосфора. Оказалось, что добавление таких веществ увеличивает скорость биодеградации. Количество разных организмов, способных расти на компонентах нефти, зависит от степени загрязненности углеводородами. Например, больше всего их находят поблизости от крупных портов или нефтяных платформ, где среда постоянно загрязнена нефтью. Полная деградация нефти зачастую не происходит даже при участии богатых по видовому составу микробных сообществ. Наиболее биологически инертные компоненты, например асфальтены, содержатся в осадочных породах и нефтяных залежах. Основные физические факторы, влияющие на скорость разложения нефти, - это температура, концентрация кислорода, гидростатическое давление и степень дисперсности нефти. Наиболее эффективная биодеградация осуществляется тогда, когда нефть эмульгирована в воде.

Особую проблему представляют выбросы или случайные разливы нефти на поверхности почвы, поскольку они могут привести к загрязнению почвенных вод и источников питьевой воды. В почве содержится очень много микроорганизмов, способных разрушать углеводороды. Однако даже их активность не всегда достаточна, если образуются растворимые производные или поверхностно-активные соединения, увеличивающие распространение остаточной нефти.

### *Проблема биологической переработки твердых отходов*

В области переработки и ликвидации твердых отходов биотехнологические методы наиболее широко применяются для утилизации коммунальных отходов и ила из систем биоочистки стоков.

Традиционно твердые отходы складываются на городских свалках. Все возрастающие объемы отходов на душу населения приводят к возникновению огромного количества свалок, увеличению их площадей, а также к неуправляемому попаданию отходов в окружающую среду из-за рассыпания их при транспортировке. После того, как стало ясно, что при анаэробной переработке отходов в больших количествах образуется ценный энергетический носитель – *биогаз*, основные усилия стали направляться на соответствующую организацию свалок и получение на месте их переработки метана.

На городских свалках в последние годы четко просматривается тенденция увеличения объема бумаги и пластмасс на фоне снижения доли органических и растительных материалов, что удлиняет время стабилизации отходов.

*Поведение отходов на свалке* носит чрезвычайно сложный характер, так как постоянно происходит наслаивание нового материала через различные временные промежутки. В результате этого процесс подвержен действию градиентов температуры, рН, потоков жидкости, ферментативной активности и пр. В общей массе материала свалок присутствует сложная ассоциация микроорганизмов, которые развиваются на поверхности твердых частиц, являющихся для них источником биогенных элементов. Внутри ассоциации складываются разнообразные взаимосвязи и взаимодействия. В целом состояние и биокаталитический потенциал микробного сообщества зависит от спектра химических веществ материала свалок, степени доступности этих веществ, наличия градиентов концентраций различных субстратов, в особенности градиентов концентраций доноров и акцепторов электронов и водорода.

*На начальной стадии биodeградации твердых отходов* доминируют аэробные процессы, в ходе которых под воздействием микроорганизмов (грибов, бактерий, актиномицетов) и также беспозвоночных (клещей, нематод и др.) окисляются наиболее деградируемые компоненты. Затем деструкции подвергаются трудно и медленно окисляемые субстраты – лигнин, лигноцеллюлозы, меланины, танины.

Существуют *различные методы оценки степени биodeградации твердых отходов*. Наиболее информативным принято считать метод оценки, основанный на различиях в скоростях разложения целлюлозы и лигнина. В переработанных отходах отношение содержания целлюлозы к лигнину составляет около 4,0; в активно перерабатываемых – 0,9–1,2 и в полностью стабилизированных отходах – 0,2. В течение аэробной стадии температура среды может повышаться до 80°C, что вызывает инактивацию и гибель патогенной микрофлоры, вирусов, личинок насекомых. Температура может служить показателем состояния свалки.

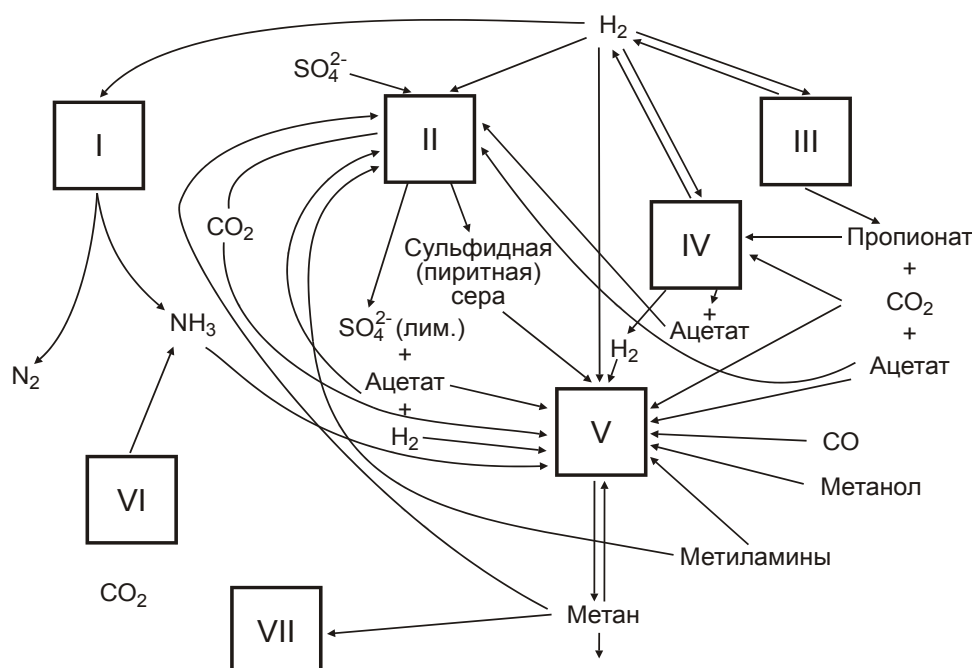


Рисунок 18 – Взаимодействие микроорганизмов в анаэробных условиях заключительной стадии катаболизма (по К. Форстеру и Е. Сениору, 1990).

Бактерии, потребляющие: I – нитраты, II – сульфаты; бактерии, образующие: III – пропионат, IV – ацетат, V – метан; бактерии, катаболирующие: VI – аминокислоты, VII – метилированные металлоорганические комплексы.

Увеличение температуры повышает скорость протекание процессов деструкции органических веществ, но при этом снижается растворимость кислорода, что является лимитирующим фактором. Истощение молекулярного кислорода приводит к снижению тепловыделения и накоплению углекислоты. Это, в свою очередь, стимулирует развитие в микробной ассоциации сначала факультативных, а затем облигатных анаэробов. При анаэробной минерализации в отличие от аэробного процесса участвуют разнообразные, взаимодействующие между собой микроорганизмы. При этом виды, способные использовать более окисленные акцепторы электронов, получают термодинамические и кинетические преимущества. Происходит последовательно процесс гидролиза полимеров типа полисахаридов, липидов, белков; образованные при этом мономеры далее расщепляются с образованием водорода, диоксида углерода, а также спиртов и органических кислот. Далее при участии метаногенов происходит процесс образования метана (рисунок 18).

В результате комплекса процессов, происходящих при биodeградации содержимого свалок, образуются два типа продуктов – фильтрующиеся в почву воды и газы.

Фильтрующиеся воды, помимо микроорганизмов, содержат комплекс разнообразных веществ, включая аммонийный азот, летучие жирные кислоты, алифатические, ароматические и ациклические соединения, терпены, минеральные макро- и микроэлементы, металлы. Поэтому важным моментом при выборе и организации мест свалок является защита поверхности земли и грунтовых вод от загрязнений. Для борьбы с фильтрацией вод применяют малопроницаемые засыпки или создают непроницаемые оболочки вокруг свалки или специальные ограждения. Возможно, что наиболее эффективным способом может стать организация сбора фильтрующихся вод свалок и управляемая анаэробная переработка с применением капельных биофильтров, аэротенков или аэрационных прудов. В системе аэрационных прудов в течение нескольких месяцев можно удалить из вод до 70 % БПК; в капельных биофильтрах или системах с активным илом – до 92 % БПК с одновременным извлечением в результате биосорбции свыше 90 %

металлов (железа, марганца, цинка). Анаэробная биоочистка позволяет удалить 80-90 % ХПК в течение 40-50 дней при 25 °С (при 10 °С величина удаления ХПК снижается до 50 %).

Биогаз, образуемый при биодegradации материала свалок, является ценным энергоносителем, но также может вызывать негативные явления в окружающей среде (дурной запах, закисление грунтовых вод, снижение урожайности сельскохозяйственных культур), поэтому следует ограничивать утечки газа. Это возможно при помощи специальных приспособлений (преграды, траншеи, наполненные гравием, системы экстракции газа), позволяющих управлять перемещением газа, а также созданием над массивом свалок оболочек, препятствующих его утечке.

Теоретический выход метана может составлять 0,266 м<sup>3</sup>/кг сухих твердых отходов. Реальные экспериментальные выходы биогаза, полученные на различных лабораторных, пилотных установках и контролируемых свалках, дают существенный разброс данных, от десятков до сотен л/кг в год. Огромное влияние на процесс метаногенеза оказывают многие факторы, – температура и рН среды, влажность, уровень аэрации, химический состав отходов, наличие в них токсических компонентов и др. Газ, образуемый на свалке, извлекается с помощью вертикальных или горизонтальных перфорированных труб из полиэтилена. Применение воздуходувок и насосов может повысить степень извлечения газа. Газ используют для обогрева теплиц, получения пара, а после дополнительной очистки его можно перекачивать по трубам к местам потребления.

Таким образом, помимо экологической, проблема носит экономический характер, так как использование образующегося на свалках биогаза, снижает материальные затраты на борьбу с загрязнениями, опасными и дурнопахнущими отходами.

#### Схема биологической очистки сточных вод

Существует несколько этапов очистки сточных вод. На современных сооружениях биологической очистки осуществляются последовательные многостадийные технологические процессы удаления загрязняющих веществ из сточных вод и обработки осадка. Существует классическая двухступенчатая (механическая и биологическая) очистка сточных вод на решетках, в песколовках, первичных отстойниках, аэротенках и вторичных отстойниках (рисунок 19).

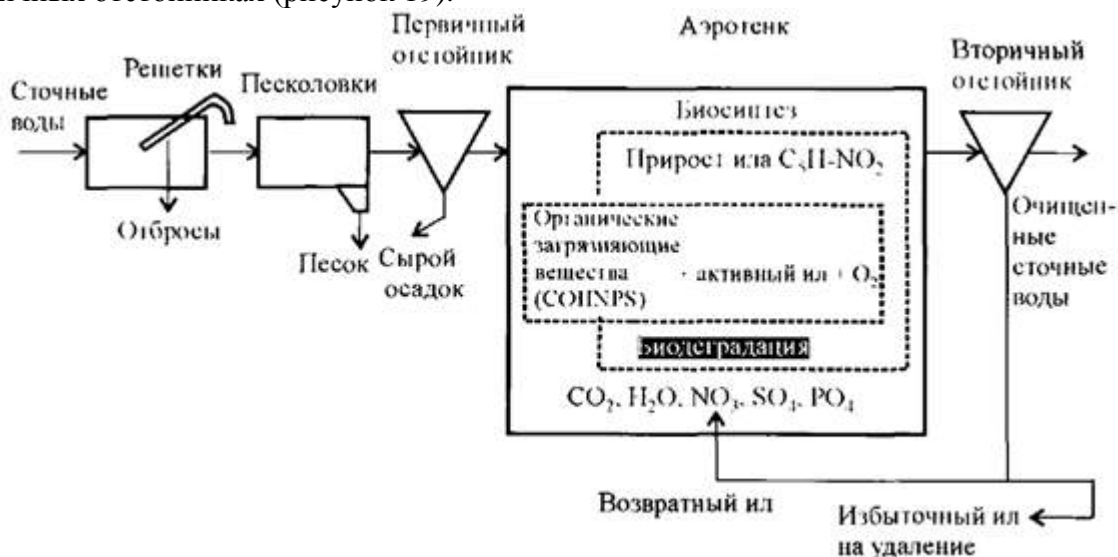


Рисунок 19 – Традиционная схема биологической очистки сточных вод (по Жмур Н. С., 2003).

### *Гидробиологический анализ активного ила*

Общие свойства активного ила определяют визуально при просмотре в стеклянном цилиндре объемом 1 дм<sup>3</sup> во время отстаивания пробы для определения прозрачности надиловой воды.

При определении свойств учитывается целый комплекс показателей:

1. Скорость оседания хлопка (быстро, медленно, равномерно, плавно или нет). Процесс хлопьеобразования при уплотнении (ил оседает с четкой границей очищенной жидкости или наблюдается разрыв массы; ил наполнен пузырьками газа и всплывает при отстаивании вследствие денитрификации; мелкая, не оседающая при отстаивании взвесь, состоящая из одиночных бактерий; не оседает, занимая большой объем, и т. д.).

2. Цвет (бурый, рыжеватый, черный, белесый и т. д.). Ил в аэротенках должен быть буро-коричневого цвета. При воздействии токсичных веществ он становится зеленым из-за бурного развития сине-зеленых водорослей. При голодании осветляется до серо-белого. Темный, землистый ил с оттенком черноты может быть следствием плохого перемешивания иловой смеси и недостатка кислорода или нарушения процессов циркуляции и от качки ила (залеживание, загнивание ила с образованием сернистого железа).

3. Запах (гнилостный, сероводородный, характерный для определенных химических веществ). Запах ила должен быть слегка болотистым без преобладания запахов, каких-либо химических веществ. При глубокой очистке запах активного ила может отсутствовать.

4. Характер воды над осевшим илом (прозрачная, мутная, окрашенная, опалесцирующая). Надиловая вода должна быть прозрачная, не окрашенная, не опалесцирующая.

### *Биоэстимационный контроль активного ила*

*Биоэстиматоры* – это не виды, а экологические группы со сходной реакцией на воздействие основных факторов, нарушающих процесс биотического очищения воды.

Используют два понятия: число и численность биоэстиматоров.

– *число биоэстиматоров* – количество микроорганизмов, обнаруженное в обчислитанном объеме пробы активного ила (штук, экземпляров, зооидов, отрезков нитей).

– *численность биоэстиматоров* – число микроорганизмов, деленное на обчислитанный объем (см<sup>3</sup>) и на дозу ила, по массе (г/дм<sup>3</sup>). Выражают в тыс./г, но удобнее в млн./г. Для этого полученный результат делят на 1000.

Биоэстимационный контроль обладает прогностическими свойствами, которые обусловлены тем, что изменения в составе активного ила опережают изменения качества очистки. При неблагоприятном воздействии сточных вод или нарушении технологического режима эксплуатации очистных сооружений, качество очистки, регистрируемое химическими анализами, может сохраняться удовлетворительным, а гидробиологическое обследование немедленно выявит разрушение хлопьев и изменения в составе биоценоза и физиологическом состоянии организмов ила. Опережение связано со способностью организмов активного ила при разрушении хлопьев и отдельных клеток осуществлять очистку за счет их внутренних ферментов. Время от воздействия факторов, вызывающих нарушение процесса очистки, и до биоэстимации составляет 1-2 периода аэрации (измеряется в часах), а между биоэстимацией и ухудшением качества очищенной воды может пройти 12-42 дня. Так, например, резкое возрастание численности *Cromia* обычно опережает измельчение хлопьев ила, обуславливающее стойкую мутность очищенной воды, на 10-15 дней; это позволяет своевременно принять надлежащие меры и таким образом, если не предотвратить, то сгладить нежелательные последствия поступления на станцию стоков, неблагоприятных для биологической очистки. При проведении мероприятий по ликвидации воздействия токсичных сточных вод численность *Gromia* уменьшается и сообщает о наступлении улучшения в очистке раньше

химических показателей. При превышении пороговой численности возбудителей и биоэстиматоров вспухания активного ила можно проводить профилактические мероприятия за 12-42 дня до реального вспухания, что помогает предотвращать ухудшение качества очищенной воды.

Биоэстиматоры являются оперативным сигнализатором обо всех изменениях, происходящих в процессе окисления органических веществ, что дает нам возможность проводить мероприятия, но совершенствованию процесса очистки сточных вод заблаговременно по данным гидробиологического обследования до того, как ухудшится качество сточных вод по химическим показателям. Поэтому, имея сигнал о «неблагополучии» по изменившейся численности показательных организмов, следует принимать меры, не дожидаясь подтверждения этого данными химических анализов.

*Задание 14:* Изучите содержание групп биоэстиматоров в активном иле очистных сооружений. Пользуясь таблицами приложения А, выявите проблемы в процессе биологической очистки и дайте рекомендации по их устранению.

*Задание 15.* Были изучены показатели по трем группам биоэстиматоров, их нормальная, пороговая и фактическая численность.

Основная причина, вызывающая нарушения в группе «Динамическое (техническое) обеспечение» – это снижение аэробности, плохая циркуляция ила из вторичных отстойников, гниение осадка в первичных отстойниках, загнивание ила в аэротенках за счет плохого перемешивания и образования зон застоя (таблица 3).

Таблица 3 – Показатели биоэстиматоров в группе «Динамическое (техническое) обеспечение»

Биоэстиматоры		Численность, млн/г		
№ группы	Экологические группы	нормальная	пороговая	фактическая
1	Жгутиковые (мелкие)	1,8	3,5	3,7
2	Голые амёбы (мелкие)	1,5	2,9	3,2
3/4	Отношение свободноплавающих инфузорий к прикрепленным	0,8	1,0	0,7

Основная причина, вызывающая нарушения в группе «Нагрузка» – это высокие нагрузки на ил по легкоокисляемым органическим веществам, перегрузка по трудноокисляемой органике (таблица 4).

Таблица 4 – Показатели биоэстиматоров в группе «Нагрузка»

Биоэстиматоры		Численность, млн/г		
№ группы	Экологические группы	нормальная	пороговая	фактическая
5	Хламидиобактерии (нитчатые бактерии)	6,7	15,0	12,8
А	Актиномицеты	0	0	0
6	Бентосные раковинные амёбы и сидеротеки	3,3	4,7	4,7

Основная причина, вызывающая нарушения в группе «Промсток» – токсичные сточные воды (таблица 5).

Таблица 5 – Показатели биоэстиматоров в группе «Промсток»

Биоэстиматоры		Численность, млн/г		
№ группы	Экологические группы	нормальная	пороговая	фактическая
7	Роговидные флоккулы бактерий (хлопья в виде оленьих рогов)	1,5	2,9	2,5
8	Гифомицеты	1,5	2,9	2,6
9	Цианобактерии (нитчатые водоросли), нитчатые серобактерии	0,7	1,5	1,7
10	Планктонные раковинные амёбы	2,3	4,7	4,8

Опроанализируйте фактические данные по содержанию групп биоэстиматоров в активном иле и выявите проблемы в группах «Динамическое (техническое) обеспечение», «Нагрузка», «Промсток». Для выполнения задания воспользуйтесь справочными данными (таблицы 3-5, Приложение А, таблицы 7-8).

#### 1.4. Способы создания объектов биотехнологии методами клеточной и генетической инженерии

##### 1.4.1. Занятие 10. Методы генетической инженерии

В новой биотехнологии чаще используются вирусы и бактерии, растения и животные и их клетки, полученные (или улучшенные) с использованием методов генетической инженерии.

Последовательность генно-инженерных процессов следующая:

1. Получение генов.
2. Введение гена в вектор и их клонирование.
3. Методы трансформации животных и растительных клеток.
4. Скрининг - отбор бактерий или клеток, в которые встроился ген.
5. Экспрессия (функционирование) генов у реципиента.
6. Вылавливание генных продуктов из «грязной» смеси.

##### *Методы получения генов*

1. *Химический синтез.* Расшифровав последовательность аминокислот в белке и используя генетический код, определяют последовательность нуклеотидов ДНК на участке гена и производят его синтез из нуклеотидов при помощи фермента полимераза. 1. Таким путем в 1969 г. Корана впервые синтезировал участок молекулы ДНК, кодирующий аланиновую т-РНК, а в 1977 г. Бойер синтезировал ген сомато- статина человека, а затем и ген инсулина.

В 1977 г. В. Гилбертом, а также Ф. Сэнгером был предложен метод секвенирования, т. е. распознавания последовательности нуклеотидов в фрагментах нуклеиновых кислот. Метод химического синтеза генов оказался трудоемким и малоэффективным. Затем появились быстрые и простые методы синтеза сравнительно длинных олигонуклеотидов с определенной, заранее заданной, последовательностью нуклеотидов. Теперь довольно легко можно синтезировать последовательность до 100 нуклеотидов. Автоматизация этих процессов еще более облегчает и ускоряет синтез.

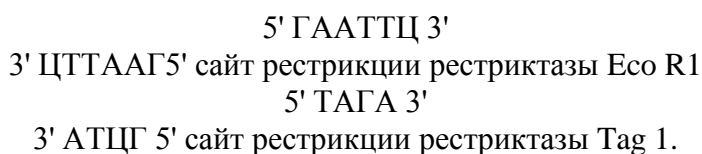
2. *Рестрикционный метод,* или получение генов с помощью специфических эндонуклеаз – рестриктаз. Эти ферменты открыты в 1953 г. у бактерий. С помощью рестриктаз расщепляют ДНК бактерий другого штамма или клетки-хозяина. К на-



стоящему времени из разных микроорганизмов выделено более тысячи различных рестриктаз; в генетической инженерии используется около 20.

Рестриктазы гидролизуют ДНК строго по определенным специфическим последовательностям, называемым сайтами рестрикции. Каждая из рестриктаз узнает свой сайт рестрикции и разрезает ДНК либо внутри сайта, либо в непосредственной близости от него. Обозначение рестриктаз складывается из начальных букв латинского названия вида бактерии, из которой выделен фермент, и дополнительного обозначения, т.к. из бактерий одного вида может быть выделено несколько различных рестриктаз: *Escherichia coli* -Eco RI, Eco RV; *Thermus aquaticus* -Tag I.

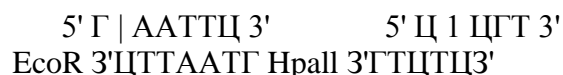
Из нескольких типов рестриктаз в генной инженерии часто используются рестриктазы двух типов, которые узнают определенную последовательность ДНК и гидролизуют ее внутри последовательности сайта рестрикции. Сайты их рестрикции представлены симметричными при повороте на 180° последовательностям-полиндрами:



Если рестриктазы II вносят разрывы по оси симметрии узнаваемой последовательности, то они образуют «тупые» концы:



Если же разрывы образуются со сдвигом и образованием «ступенек», то образуются «липкие» концы:



Фрагменты ДНК, имеющие одинаковые «липкие» концы, могут соединяться друг с другом с помощью ДНК-лигазы, при этом сайт рестрикции восстанавливается. Фрагменты с «липкими» концами наиболее удобны для создания рекомбинантных ДНК.

Однако рестриктазы не «выстригают» полностью ген и его нужно либо доставлять химическим путем, либо отщеплять лишние нуклеотидные последовательности.

3. *Ферментативный синтез* генов стал возможен после открытия фермента обратной транскриптазы или ДНК-ревертазы, выделенной из онкогенных вирусов. Ревертазы могут синтезировать комплементарную цепь ДНК (к-ДНК) на РНК-матрице.

При помощи ДНК-зонда (одноцепочечная меченая молекула ДНК, комплементарная какому-либо участку и-РНК) находят информационную (матричную) РНК. Практически все эукариотические и-РНК содержат на своем 3' конце последовательность, состоящую из остатков аденина (поли А-последовательность), которая присоединяется к и-РНК в результате сплайсинга. Для начала реакции синтеза ДНК- ревертазе нужна затравка в виде небольшого двухцепочечного отрезка. Эту функцию выполняют короткие олигонуклеотиды из 18-20 тиминовых остатков (поли д-Т), которые соединяются по принципу комплементарности с поли А-последовательностью и-РНК. В результате образуется гибридная и-РНК – к-ДНК молекула, причем на конце у нее будет синтезироваться короткий отрезок двухцепочечной ДНК - шпилька. Шпилька служит затравкой для синтеза второй комплементарной цепи ДНК, осуществляющегося уже ферментом ДНК-полимеразой.

Цепь и-РНК гидролизует РНК-азой, а шпилька (одноцепочечная ДНК) – эндонуклеазой S1. В результате получится двухцепочечная молекула к-ДНК, соответствующая структурному гену, с которого транскрибировалась исходная молекула и-РНК.

К полученной ДНК присоединяют «липкие» концы для встраивания в плазмиду и размножения гена. Подобная схема была использована для получения генов, кодирующих

инсулин, гормона роста, интерферона, альбумина, иммуноглобулинов и др. белков, производство которых уже налажено в промышленных масштабах.

Возможно и соединение фрагментов ДНК с «тупыми» концами за счет действия ДНК-лигазы, но эффективность такого «сшивания» на порядок ниже.

Разработаны методы соединения фрагментов ДНК с «липкими» и «тупыми» концами, что позволяет создавать рекомбинантные молекулы ДНК и в тех случаях, если даже эти фрагменты были получены с использованием различных рестриктаз.

Под рекомбинантными ДНК понимают ДНК, образованные объединением *in vitro* двух и более фрагментов ДНК, выделенных из различных биологических источников.

4. *Химико-ферментативный синтез* генов применяется наиболее часто. Химическим путем синтезируют олигонуклеотиды: линкеры, адаптеры, праймеры, промоторы, а гены синтезируют ферментативным методом.

*Линкеры* (англ. «link» – соединять) – короткий двухцепочечный олигонуклеотид, содержащий сайты узнавания для ряда рестриктаз. *Адаптеры* – это линкеры, содержащие более одного сайта узнавания рестриктазой, он предназначен для соединения фрагментов с несовместимыми концами.

*Праймеры* – короткие одноцепочечные фрагменты, комплементарные началу или концу гена. Промотор (80-10 нуклеотидов) – фрагмент ДНК, узнаваемый РНК-полимеразой.

#### *Введение гена в вектор и клонирование*

Очень важной операцией в генной инженерии является введение в клетку и стабильное поддержание генетической информации, содержащейся в рекомбинантных молекулах ДНК. ДНК, введенная в бактериальную клетку, гидролизует ее ферментами до нуклеотидов. Если даже ДНК «выживает» в клетке, то она утрачивается в процессе деления. Для того, чтобы рекомбинантная ДНК стала составной частью генома клетки, она должна либо интегрироваться в хромосому и реплицироваться за ее счет, либо быть способной к автономной репликации. Это достигается при помощи векторных молекул (векторов). Рекомбинантные ДНК привносят в организм реципиента новые свойства: синтез аминокислот и белков, гормонов, ферментов, витаминов и др.

*Вектор* – молекула ДНК, способная переносить в клетку чужеродную ДНК и обеспечивать там ее размножение (клонирование) или реже – включение в геном. К векторам предъявляются определенные требования. Кольцевая молекула ДНК может реплицироваться в клетках, если содержит ДНК-репликатор (ori- последовательность). Вектор должен содержать уникальные сайты рестрикации для нескольких рестриктаз, обладать определенной емкостью и не выбрасывать встроенный фрагмент; маркерный ген, облегчающий отбор клеток, несущих вектор, чтобы ген экспрессировался (получался продукт, синтезированный по информации введенного гена); специфические для данной клетки промоторы и терминаторы («стоп»-кодона) транскрипции.

В свою очередь, РНК-транскрипт будет транслироваться, если РНК содержат сигналы связывания с рибосомами и кодоны инициации и терминации трансляции.

Встраивание чужеродного фрагмента ДНК в геном вектора осуществляется в два этапа: сначала ДНК вектора разрезается с помощью рестриктазы, а затем в них встраивается чужеродный фрагмент.

Сшивание генов (фрагментов) ДНК по «липким» концам, т. е. взаимокomплементарным участкам длиной из 4-6 нуклеотидов, достаточно легко осуществляется ферментом ДНК-лигазой (лигирование ДНК) с образованием ковалентной фосфоди-эфирной связи между соседними нуклеотидами:

При отсутствии комплементарных «липких» концов у сшиваемых фрагментов их достраивают при помощи линкеров (или переходников).

В качестве векторов используют, как правило, плазмиды, бактериофаги, мобильные элементы, вирусы животных. В настоящее время создано большое число векторов, и по профилю использования можно подразделить на несколько типов.

1. Векторы для клонирования фрагмента ДНК. Для этого используются чаще бактериальные плазмиды и фаги.

2. Экспрессионные векторы. Их используют для анализа конкретных последовательностей генов и их белковых продуктов, а также наработок конкретного белка. Экспрессионные векторы для эукариотических организмов всегда содержат так называемую экспрессионную кассету, состоящую из промотора, способного работать в данном организме, и сайта полиаденилирования.

3. Векторы для трансформации. Используются для введения чужеродного фрагмента ДНК в геном реципиента. Обычно такие векторы содержат специфические последовательности, способствующие интеграции в геном.

Современные векторные системы часто бывают полифункциональными, совмещая несколько функций в одном векторе. Большинство из них сконструировано при помощи методов генной инженерии.

В качестве векторов прокариот используют плазмиды, фагии их комбинации. *Плазмиды* – это бактериальные внехромосомные двухцепочечные кольцевые молекулы ДНК с вариабельными молекулярными массами (1-3 % генома бактериальной клетки). Используют плазмиды, способные размножаться автономно, давая до 200 копий, а под действием ингибитора биосинтеза протеинов (хлорамфеникола) – до нескольких тысяч. Используют конъюгативные плазмиды (F) и неконъюгативные (R, Col, D). R-плазмиды содержат гены устойчивости к антибиотикам, Col-плазмиды обеспечивают синтез разных колицинов – высокоспецифических антибиотиков, подавляющих жизнедеятельность других штаммов и видов бактерий, D-плазмиды вызывают биодegradацию. Бактериальная клетка обычно может содержать в своем составе плазмиды только одного типа. Встраивание чужеродной ДНК в векторную плазмиду - довольно редкое событие. Только одна из 10-30 полученных после легирования молекул будет рекомбинантной, т.е. нести в своем составе чужеродный фрагмент. Такие клетки отбирают на селективной среде с антибиотиками.

Плазмидные векторы имеют небольшую емкость, в них можно клонировать фрагменты длиной не более 7-8 тысяч нуклеотидных пар (т.н.п.), т. е. они пригодны только для клонирования генов прокариот. В генетической инженерии часто используют плазмиду pBR 322, которая содержит репликатор колициногенной плазмиды Col E1, ген устойчивости к антибиотикам - ампициллину (Amp<sup>r</sup>) и тетрациклину (Tc<sup>r</sup>).

Плазмидные векторы используются чаще всего для размножения (клонирования) гена. В настоящее время клонирование генов успешно осуществляется при помощи полимеразой цепной реакции (ПЦР) в специальных автоматах. Фрагмент ДНК (ген) помещают в прибор, добавляют праймеры (олигонуклеотиды, комплементарные концам фрагмента ДНК), нуклеотиды, ДНК-полимеразу. Раствор нагревают до 950 °С, вызывая денатурацию ДНК. Затем смесь охлаждают до 50-65 °С, и праймеры прикрепляются к концам каждой свободной нити ДНК. Снова повышают температуру до 720 °С, и ДНК-полимераза начинает присоединять нуклеотиды к праймерам и строить копии цепочки ДНК. Изменяя температуру, повторяют цикл и копируют ДНК десятки и сотни раз. После 20 циклов счет идет на миллионы.

Для прокариот сконструированы векторы на основе фага X, в которые можно включать фрагменты чужеродной ДНК до 22 т.н.п. Из генома фага вырезают его собственную ДНК, оставляя концевые фрагменты фага неизменными, так как они необходимы для репликации и упаковки ДНК в головку фага (cos-сайты).

Для клонирования и переноса более крупных фрагментов ДНК (30-45 т.н.п.) были сконструированы искусственные векторы – космиды, содержащие cos-участок генома фага, за счет чего они могут упаковываться в голову фага X и специальные последовательности (ori-сайт), позволяющие им реплицироваться по плазмидному типу. Космидами трансформируют клетки E. coli, где они размножаются как плазмиды, и

каждая фаговая частица вызывает образование колонии индивидуального бактериального трансформанта.

Клонирование фрагментов ДНК от 100 т.н.п. и более осуществляют в специально сконструированных векторах ВАС и VАС. ВАС-векторы получены на основе F-плазмид бактерий и содержат гены, ответственные за репликацию и копияемость этих плазмид в бактериальных клетках. Емкость ВАС-векторов составляет 100-300 т.н.п.

VАС-векторы представляют собой искусственную дрожжевую минихромосому, содержат центромеру, теломеру и точку начала репликации. В такой вектор можно встроить фрагмент чужеродной ДНК более 100 т.н.п., и такая минихромосома, введенная в клетки дрожжей, будет реплицироваться и вести себя аналогично другим дрожжевым хромосомам при митозе.

Эукариотические вирусы нашли более скромное применение в качестве векторов. Практически используется только онкогенный вирус SV-40 и его производные. Все эти векторы – дефектные вирусы, не способные дать полноценные вирусные частицы в клетке хозяина

Для переноса генов в клетки растений широко используются Ti-плазмиды почвенных агробактерий (*Agrobacteria*). Последние могут заражать двудольные растения и вызывать образование опухолей – корончатых галлов. Опухоли состоят из дедифференцированных клеток, интенсивно делящихся и растущих в месте заражения. В бактериальных клетках Ti-плазмиды (англ. «tumor inducing» – индуцирующие опухоли) реплицируются автономно; их кольцевая ДНК длиной около 200 т.н.п. Чаще всего встречаются Ti-плазмиды, кодирующие аминокислоты нопалин или октопин. После заражения фрагмент ДНК Ti-плазмиды встраивается в ДНК растительной клетки, изменяя ее метаболизм и заставляя синтезировать вещества (опины), необходимые бактерии. Этот фрагмент ДНК Ti-плазмиды назван т-ДНК (трансформирующая ДНК); его длина примерно 23 т.н.п. На концах т-ДНК находятся прямые повторы (25 н.п.), которые (наряду с *vir*-областью) необходимы для вырезания ее из состава плазмиды и интеграции в геном растений.

Природная Ti-плазида очень велика, и после трансформации растений клетки не будут способны к регенерации. В настоящее время конструируют производные Ti-плазмиды, в которых вставляют регуляторный участок T-области, а вместо ее структурных генов вшивают структурную часть гена, который надо ввести в растение. Такие гены безвредны для растения. На основе Ti-плазмиды сконструированы промежуточный и бинарный векторы.

Перспективным вектором считаются Ri-плазмиды (англ. «rootinducing» – индуцирующий корни) из бактерий (*A. rhizogenes*), вызывающих усиленное образование корешков при заражении бактерий. В отличие от Ti-плазмид Ri-плазмиды служат естественными безвредными векторами, так как трансформированные с их помощью растительные клетки сохраняют способность к морфогенезу и к регенерации здоровых растений.

В качестве векторов растений используются ДНК-содержащие вирусы (их только 1-2 % от вирусов, инфицирующих растения). Это содержащий одноцепочечную ДНК вирус золотой мозаики фасоли (ВЗМФ) или вирус полосатой кукурузы, а также вирус с двухцепочечной ДНК – вирус мозаики цветной капусты (ВМЦК), поражающий в основном растения семейства крестоцветных. Фитовирусы отличаются высокой копияемостью (10<sup>6</sup> молекул на зараженную клетку), малым размером, сильными промоторами. Однако фитовирусы имеют ряд недостатков: небольшую емкость, патогенность и неспособность встраиваться в хромосомы хозяина. Иногда геном ВМЦК встраивают в T-область Ti-плазмиды и в ее составе интегрируют в ядерный геном различных растений, при этом из состава фитовируса вырезаются области, обеспечивающие его вирулентность.

В генной инженерии широко используются геномные библиотеки и библиотеки к-ДНК. Геномная библиотека представляет собой клонированный в составе векторов полный набор последовательностей ДНК какого-либо организма. Полученные при помощи рестриктаз фрагменты ДНК лигируют с плечами фага и упаковывают в уже готовые головки фаговых частиц.

Хранят фаговый банк под хлороформом при  $-700\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Библиотекой к-ДНК называют совокупность векторных плазмид, каждая из которых несет в своем составе к-ДНК. Молекулы к-ДНК, сшитые с векторными молекулами, трансформируют в бактериальные клетки: каждая бактерия получает только одну рекомбинантную плазмиду.

Для поиска нужного гена из клонотеки используют индивидуальную радиоактивно меченую и-РНК или синтетические меченые олигонуклеотиды (не менее 30 н.п.), полностью комплементарные участку искомого гена.

#### *Методы трансформации животных и растительных клеток*

Векторные плазмиды и векторные вирусы со встроенными чужеродными генами называют гибридными (или химерными). После конструирования рекомбинантных ДНК их с помощью трансформации вводят в реципиентный организм: бактериальную, грибную, растительную или животную клетку. При этом производится предварительная обработка клеток соединениями, способствующими проникновению ДНК внутрь клеток с последующим помещением их на селективную среду, в которой способны существовать только клетки, получившие векторную молекулу, например, в среду с определенным антибиотиком.

Процесс инфицирования клеток с помощью чужеродных ДНК, приводящий к образованию зрелого фагового потомства, называется *трансфекцией*.

Практически общий способ трансформации и трансфекции основан на том, что при обработке клеток бактерий  $\text{CaCl}_2$  их мембрана становится проницаемой для ДНК.

Одним из самых распространенных методов получения трансгенных двудольных растений является кокультивация с агробактерией. Он основан на трансформации растительных эксплантов агробактериями, несущими векторную конструкцию, содержащую чужеродный ген, встроенный в область т-ДНК.

Вектор должен иметь функциональный ген (прокатиотический или эукариотический), промотор, способный экспрессироваться в растительной клетке, и селективный маркер трансформации. В качестве эксплантов берут стерильные листовые диски, молодые корешки, семядоли, междоузлия. На экспланты наносят раны и кокультивируют с жидкой средой, содержащей агробактерии в течение 24-48 часов. Далее экспланты переносят на среду с антибиотиками (или гербицидами) для проведения селективного отбора трансформированных клеток. Кроме того, в среду добавляют соответствующие фитогормоны (для прямой регенерации или каллусообразования). Через 2-5 недель на трансформированном экспланте развиваются побеги, которые в дальнейшем отсаживают или переносят в почву. Выход трансгенных растений достаточно высок (10-60 % в зависимости от вида растения).

Существует несколько методов прямого переноса генов в растения и клетки животных. Сначала клеточная оболочка разрушается ферментами (целлюлазой, пектиназой), и остается один протопласт. Наибольшей эффективности трансформации удалось достигнуть методом *электропорации* и добавлением полиэтиленгликоля. При этом вектор может не содержать пограничных областей т-ДНК и *vir*-области, т. е. годится практически любой ДНК-вектор.

Это может быть метод микроинъекции ДНК в животные и растительные (протопласты прикрепляют к стеклам полилизинном) клетки, лучше в их ядра. Трансформация растительных протопластов происходит с эффективностью не более 10-15 %, независимо от типа вектора, и подходит как для двудольных, так и для

однодольных растений. Более 140 видов растений про-трансформированы путем прямого переноса ДНК-вектора.

Метод электропорации основан на воздействии на клетки (протопласты) высоковольтным импульсом (200-350 В, длительность 54 мс), увеличивающим проницаемость биомембран. Молекулы ДНК поглощаются клетками через поры в клеточной мембране. После разведения раствора протопласты высеиваются на соответствующую среду для регенерации. Эффективность переноса определяется через 24-48 ч после электрошока.

*Упаковка в липосомы* используется для защиты экзогенного генетического материала, который вводится в протопласты растений, от нуклеаз. *Липосомы* - сферические образования, оболочка которых состоит из фосфолипидов. Их можно получить путем резкого встряхивания или обработки ультразвуком водных эмульсий фосфолипидов. Недостатком метода является его низкая трансформирующая активность (0,5-1 %).

Метод биобаллистической трансформации является одним из наиболее эффективных методов трансформации однодольных растений, хотя может быть применим и для двудольных. На мельчайшие частички вольфрама, платины или золота диаметром 0,6-1,2 мкм напыляется ДНК-вектор. Эти частицы помещаются внутрь биобаллистической пушки, а под нее (на расстоянии 10-15 см) ставится в чашке Петри каллус или суспензия клеток с агаризированной средой. В пушке вакуумным насосом уменьшается давление до 0,1 атм. В момент сбрасывания давления вольфрамовые или золотые частички с огромной скоростью выбрасываются из пушки и, разрывая клеточные стенки, входят в цитоплазму и ядро клеток. Центральные клетки, как правило, погибают, а находящиеся от центра на расстоянии 0,6-1 см – будут трансформированными. Их осторожно переносят на среду для дальнейшего культивирования и регенерации.

В соматические клетки животных ДНК вводится путем микроинъекции в ядро. Культуры клеток млекопитающих могут быть эффективным источником выделения ряда вирусных антигенов с целью получения вакцин для животных и человека.

В настоящее время разработаны способы введения генов в эмбриональные клетки млекопитающих, мух и некоторых растений с целью изменения таких свойств организма, как скорость роста, устойчивость к заболеваниям и внешним воздействиям.

Микроинъекцию клонированных генов проводят в один или оба пронуклеуса только что оплодотворенной яйцеклетки. Затем яйцеклетку немедленно имплантируют в яйцевод приемной матери или дают возможность развиваться в культуре до стадии бластоцисты, после чего имплантируют в матку. Таким образом, были инъецированы гены интерферона и инсулина человека, ген глобина кролика, ген тимидинкиназного вируса герпеса и к-ДНК вируса лейкемии мышей. Выживает обычно от 10 до 30 % яйцеклеток, а доля мышей, родившихся из трансформированных яйцеклеток, составляет до 40 %. Уровень экспрессии чужеродного гена зависит от места интеграции ДНК с хромосомами, от дифференцировки тканей.

### *Скрининг*

*Скрининг* – отбор бактерий или клеток, в которые встроился ген. В состав векторов обычно входит кроме функционального гена и ген селективного маркера. У растений это обычно ген, кодирующий устойчивость к антибиотикам (канамицину или гигромицину), а также гербициду хлорсульфарону или фосфинотрицину; у животных ген устойчивости к ампициллину или тетрациклину.

Первичную селекцию трансгенных растений, бактерий проводят на среде с соответствующим антибиотиком. На такой среде регенерируют растения и дают колонии бактерии, в геноме которых присутствует ген селективного маркера. Однако выживание на селективной среде не может быть абсолютным доказательством трансгенной природы бактерии или растения. Рекомбинантные клоны могут быть идентифицированы и по синтезируемому ими продукту. Для полного доказательства присутствия в геноме

растений последовательности т-ДНК проводят анализ с помощью полимеразной цепной реакции (ПЦР) и молекулярного анализа, основанного на блотгибридизации хромосомной ДНК трансгенного растения с использованием в качестве радиоактивного зонда фрагменты т-ДНК. Кроме того, проводят дополнительный анализ экспрессии функционального гена методом выявления соответствующей и-РНК или белка.

*Экспрессия (функционирование) чужеродных генов в геноме бактерий, растений и животных*

В настоящее время разработаны системы клонирования и экспрессии генов в бактериях, дрожжах, грибах, растениях и млекопитающих. Многие грамположительные бактерии являются суперпродуцентами важнейших химических соединений. Значительных успехов в биоиндустрии удалось достичь с клетками *Bacillus subtilis*, стрептомицетами и *Saccharomyces cerevisiae*. Чтобы ген экспрессировался, вектор должен иметь специфические для данной клетки промотор и терминаторы транскрипции, а также сигнал полиаденилирования, для того, чтобы эукариотическая РНК-полимераза могла транскрибировать бактериальную последовательность (и-РНК), а затем и-РНК связывалась с рибосомами (R-сайт) и транскрибировала бактериальный белок в растительной или животной клетке. Экспрессию трансгенов обеспечивают сильные промоторы. Нужна защита чужого гена от эндонуклеаз, а чужого генного продукта от протеаз. Поэтому используют мутантные штаммы бактерий со сниженной активностью этих ферментов. Гибридные гены создаются также для обеспечения секреции чужеродного генного продукта из клетки. У *E. Coli* эту функцию выполняет мембранный липопротеин.

Наиболее успешно клонирование генов и получение их продуктов осуществляется в *E. Coli*. Однако получение продуктов из других групп организмов, особенно эукариот, в клетках *E. Coli* ограничено, так как у них отсутствует сплайсинг и не происходит гликолизирование белков (когда молекулы приобретают свои функциональные и антигенные свойства).

У дрожжей *S. cerevisia* есть сплайсинг, но он происходит не совсем так, как у высших эукариот, и гены им нужно вводить без интронов. Существует у дрожжей и гликолизирование, хотя его функция несколько иная.

Удалось ввести ген лейкоцитарного интерферона человека в дрожжи и добиться его экспрессии, но для этого заменили промоторную и лидерную части гена на соответствующие области алкогольдегидрогеназы дрожжей.

Если ген вводят в клетки животных в виде внехромосомных элементов, то он легко элиминируется, поэтому ген необходимо встроить в хромосому. Клетки с «чужими» генами имеют пониженную скорость роста. Это сдерживает работы по генной инженерии.

У животных работают промоторы только 4 генов: металлотионеина, трансферрина, иммуноглобулина и эластазы. Они способны экспрессировать присоединенные к ним гены. Если бактериальные гены трансформированы растениям, то нужно заменить бактериальные промоторы на промоторы растительных генов либо на другие, которые могут инициировать транскрипцию в растительной клетке.

В качестве промотора для экспрессии бактериальных генов наиболее часто используют промотор 35S-РНК вируса мозаики цветной капусты (CaMV), который обеспечивает транскрипцию в геномах как двудольных, так и однодольных растений, и высокий уровень экспрессии гена, находящегося под его контролем. Даже при трансформации растительной клетки растительным геномом часто заменяют его собственный промотор на промотор 35S CaMV как более сильный. В последнее время иногда используют искусственно полученный MAC-промотор, который представляет собой удвоенную последовательность 35S CaMV.

В последнее время все большее значение приобретают также специфические промоторы; гены под их контролем экспрессируются только в определенных тканях (пататиновый промотор будет экспрессировать ген только в клубнях картофеля).

В генной инженерии используются индуцибельные промоторы, которые экспрессируют гены только в определенных условиях (при поранении или в присутствии ионов металлов). Недостатком многих тканеспецифических и индуцибельных промоторов является их слабая активность.

На экспрессию трансгена влияет также место интеграции его в растительный геном. Очень часто т-ДНК встраивается в гетерохроматиновые районы, где экспрессия гена не будет происходить. Ситуацию можно преодолеть только повторными трансформациями.

Для выявления экспрессии чужеродных генов на ранних стадиях получения трансгенных растений используют маркеры экспрессии – репортерные гены, генные продукты которых легко выявляются. Наиболее широко используемый репортерный ген GUS кодирует фермент р-глюкоронидазу и при добавлении субстрата расщепляет его с получением соединения, окрашенного в ярко-голубой цвет. Другой репортерный ген при экспрессии образует флюоресцирующий белок, который также легко выявляется.

*Задание 16:* Ознакомьтесь с основными методами и понятиями генной инженерии. Ответьте на вопросы для самоконтроля.

1. Какие Вам известны методы получения генов?
2. Химический синтез гена. Кто и когда осуществил его впервые? Какие известные Вам гены синтезированы химически?
3. Рестрикционные нуклеазы (рестриктазы). Какие организмы их содержат и для какой цели?
4. Что такое «липкие концы» и «тупые концы» ДНК?
5. Метод «выстригания» генов, его недостатки.
6. Как осуществляется ферментативный синтез ДНК?
7. Химико-ферментативный синтез генов.
8. Охарактеризуйте олигонуклеотиды: линкеры, адаптеры, праймеры и промоторы.
9. Какие ферменты используются в генной инженерии?
10. В чем суть метода полимеразной цепной реакции? Кто и когда ее изобрел?
11. Что такое вектор? Что используется в качестве вектора?
12. Что такое маркерный ген (ген-репортер)?
13. Каким образом клонируют гены?
14. Как получают химерные векторы-космиды?
15. Какие векторы используют для переноса генов бактерий?
16. Зачем нужен *ori*-сайт в R-плазмиде?
17. Для чего используют т-ДНК -Ti-плазмиды?
18. Зачем нужна *vir*-область в искусственных векторах и где ее берут?
19. Как созданы VAS и VAS векторы и какова их нуклеотидная емкость?
20. Как осуществляется перенос генов в клетки-реципиенты?
21. Какими приемами повышают проницаемость плазмолеммы клетки-реципиенты?
22. Какие существуют методы трансформации растительных клеток?
23. Расскажите подробнее о методе баллистической трансформации. Для какого класса растений используется чаще этот метод?
24. Какими методами определяют встроился ли ген донора в клетки реципиента?
25. Как осуществляется скрининг (отбор) трансформированных клеток или бактерий?
25. Какие специфические фрагменты должен содержать вектор, чтобы ген встроился и экспрессировался в реципиентах (бактериях, клетках, организмах)?



27. Какие векторы чаще используются для клонирования генов Животных и способ их введения в клетки животных?
28. Расскажите о методе блот-гибридизации по Саузеру.
29. Каким образом добиваются экспрессии чужеродного гена в клетках растения-реципиента?
30. Какие гены чаще используются в качестве репортеров (маркеров)?

### 1.3.2. Занятие 11. Клеточная инженерия растений

#### *Общие сведения*

*Клеточная инженерия* – это одно из наиболее важных направлений в биотехнологии. Она основана на использовании принципиально нового объекта – *изолированной культуры клеток* или *тканей* эукариотических организмов, которые способны существовать и размножаться на искусственной питательной среде (*in vitro*). Причем клеточная инженерия в большей степени изучает растительные клетки и ткани, поскольку клетки растений способны к регенерации и обладают уникальным свойством – тотипотентностью, т. е. способностью образовывать целое растение от одной исходной клетки. Кроме того, каждая клетка растения сохраняет все необходимые хозяйственно-полезные свойства материнского организма, в результате чего все искусственно полученные особи являются копией материнской.

На современном этапе сложились 3 основных направления клеточной инженерии растений:

1. *Оздоровление и размножение* генетически ценных растений, при котором при культивировании *in vitro* переносчики систем болезней полностью устраняются, поэтому этот метод оказывается очень удобным для быстрого размножения и хранения растений, которые были поражены заболеваниями, особенно вирусными. В целом от одной меристемы можно получить сотни тысяч растений в год.

Кроме того, данный способ позволяет значительно сократить период вегетативного развития культивируемых растений. Так, вегетационный период груши в лабораторных условиях сократился с 25 лет до 4 лет.

2. Получение от культивируемых каллусных тканей *веществ вторичного синтеза*, которые используются в медицине, парфюмерии, косметике и других отраслях промышленности. Это алкалоиды, стероиды, гликозиды, гормоны, эфирные масла и др. Например, для медицины получают такие препараты, как болеутоляющее вещество кодеин из мака снотворного; дигоксин, тонизирующий сердечную деятельность – из наперстянки; стимулятор – кофеин – из растений чая и кофе; тонизирующие вещества - из клеток женьшеня и др.

3. *Криосохранение* диких видов растений с целью обеспечения притока генов диких растений селекционируемым сельскохозяйственным сортам.

В зависимости от цели использования растительных клеток и тканей применяется 2 метода культивирования:

1. вегетативное клонирование растений (метод микроразмножения);
2. культивирование каллусных тканей.

Таким образом, роль культуры клеток и тканей огромна, а способы юс культивирования являются мощным инструментом расширения возможностей селекционной работы.

#### *Метод вегетативного клонирования растений (клональное микроразмножение)*

*Клональным микроразмножением* называют неполовое размножение растений с помощью метода культуры тканей, позволяющее получать растения, идентичные исходному. В основе получения таких растений лежит способность соматических клеток

растений полностью реализовывать свой потенциал развития, т. е. свойство тотипотентности.

Вегетативное клонирование имеет существенные преимущества перед традиционными способами размножения:

1. высокий коэффициент размножения. Одно растение при микроклонировании может дать до 1 млн новых растений в год, тогда как при обычных способах размножения – только 50-100 растений;

2. отсутствие генетической пестроты посадочного материала, а получение генетически однородного массива;

3. возможность оздоровления растений, освобождения их от вирусов;

4. возможность размножения растений, которые в естественных условиях репродуцируются с большим трудом;

5. воспроизведение посадочного материала круглый год, что значительно экономит площади, занимаемые маточными и размножаемыми растениями;

6. сокращение продолжительности ювенильного периода.

Однако было выявлено, что для большинства видов, в первую очередь для древесных пород, проблема вегетативного размножения остается до конца не решенной. Так, не все породы могут размножаться данным способом (дуб, сосна, ель, орехоплодные и др.), и, кроме того, практически невозможно с помощью черенкования размножать многие виды древесных пород старше 10-15 лет.

Процесс вегетативного клонирования включает следующие этапы:

1. выбор растения-донора и изолирование эксплантов.

*Эксплант* – это изолированный фрагмент ткани или органа растения, инкубируемый на питательной среде самостоятельно или используемый для получения первичного каллуса. В целом работать можно с любой меристематической тканью, потенциально способной сформироваться в растение. Это может быть как сам зародыш, так и кончик основного побега или образующегося позже пазушного побега, а также ткани из различных органов растения;

2. перенос стерильного экспланта на искусственную питательную среду;

3. подращивание стерильной культуры;

4. перенос проростков на среду, способствующую образованию корней.

Продолжительность роста меристематических тканей и формирование первичных побегов в течение первых четырех этапов составляет 1-2 месяца;

5. дорастивание на гидропоне;

6. высадка в грунт. Наиболее благоприятное время для пересадки пробирочных растений в грунт – весна.

#### *Необходимые условия работы:*

*Соблюдение строгой стерильности.* Для этого органы растений, из которых берут эксплант, моют щеткой в мыльном растворе и споласкивают дистиллированной водой, после чего помещают на несколько секунд в 70 %-ный этанол. После этого снова тщательно промывают дистиллированной водой. Растения, из которых собираются получить культуры тканей, выращивают в возможно более чистой окружающей среде, избегая чрезмерного полива, забрызгивания листьев. Обычно внутренние ткани и сердцевины луковиц, клубней и корневищ являются достаточно стерильными, т.к. защищены верхними слоями листьев или чешуйками. Поэтому покрывающие структуры сначала протирают 70 %-ным этанолом и осторожно удаляют их по одной, извлекая нужные для культивирования ткани.

Стерилизацию эксплантов более открытых органов и семян проводят выдерживанием в течение 5-20 минут в стерилизующих растворах (сулема, хлорамин, диацид, гипохлорид и др.) с последующим многократным обмыванием стерильной водой.

При необходимости используют антибиотики (тетрациклин, бензилпенициллин и др.) в концентрации 100-200 мг/л.

Питательные среды стерилизуют в автоклаве при температуре 120 °С с давлением 0,175-1 атмосфер в течение 20 минут.

Посуду заворачивают в фольгу или оберточную бумагу и стерилизуют сухим жаром в сушильном шкафу при температуре 180 °С в течение 4 часов.

2. *Контроль качества питательных сред.* Питательные среды для культивирования должны содержать основные питательные вещества, микро- и макроэлементы. Обязательно контролируют наличие солей азота, Растения должны иметь 2-3 листа и хорошо развитую корневую систему.

Например, чтобы получить растения, свободные от вирусных болезней, необходимо взять маленький кусочек в 0,3-0,5 мм верхушечной ткани стебля, состоящей из конуса нарастания и 2-3 листовых зачатков, поскольку было выявлено, что данная меристематическая ткань не содержит вирусов.

Кроме того, существенное значение имеет состояние среды. Обычно питательную среду делают твердой, добавляя агар (0,7-1 % массы к объему), однако для некоторых растений (земляника, вишня, черная смородина, ананасы и др.) или на определенных стадиях культивирования предпочтительнее использовать жидкие среды. Чаще всего используют среды Т. Мурасиге, Ф. Скуга, Нича и Уайта.

На первых трех этапах, как правило, используют среду, содержащую минеральные соли по рецепту Мурасиге и Скуга, а также различные биологически активные вещества и стимуляторы роста (ауксины, цитокинины) в различных сочетаниях в зависимости от объекта. В случае, когда наблюдается ингибирование роста первичного экспланта за счет выделения им в питательную среду токсичных веществ (фенолов, терпенов и др.), усилить их рост можно, используя антиоксиданты (аскорбиновая кислота (1-60 мг/л), глутатион (4-5 мг/л), поливинилпирролидон (5000-10000 мг/л) и др.). В некоторых случаях целесообразно добавлять в питательную среду адсорбент – древесный активированный уголь в концентрации 0,5-1 %.

На четвертом этапе, добиваясь получения максимального количества мериклонов, используют среды, содержащие биологически активные вещества, а также регуляторы роста. При этом концентрация цитокининов (БАП) должна быть на уровне 1-10 мг/л, а ауксинов (ИУК и НУК) – до 0,5 мг/л.

На пятом этапе вегетативного клонирования с целью укоренения растений, а также адаптации их к почвенным условиям перед высадкой в грунт используют среду Уайта, содержащую в 2-4 раза меньше минеральных солей и Сахаров (до 0,5-1 %). Кроме того, полностью исключается содержание цитокининов.

При пересадке растений-регенерантов в субстрат (грунт) корни отмывают от остатков питательной среды и высаживают в почвенный субстрат, предварительно простерилизованный при 85-90 °С в течение 1-2 часов. Для большинства растений в качестве субстратов используют торф, песок (3:1); торф, дерновую почву, перлит (1:1:1); торф, песок, перлит (1:1:1).

3. *Физические факторы.* Для улучшения вегетативного клонирования физические факторы необходимо подбирать с учетом естественного ареала произрастания культивируемых растений. В культуральной комнате должны поддерживаться следующие параметры: освещенность – 1000-5000 люкс; влажность – 50-70 %, температура воздуха – 20...25 °С в течение 14-16 часов в сутки. Это можно обеспечить с помощью климатических камер.

#### *Культивирование каллусных тканей*

Культивирование изолированных тканей в лабораторных условиях осуществляется с целью получения продуктов вторичного синтеза. Культура изолированных тканей обычно бывает представлена каллусными или реже опухолевыми тканями.

*Каллусная культура* – это неорганизованно делящаяся ткань, состоящая из дедифференцированных клеток. Каллус в переводе означает «мозоль». Каллус образуется в местах повреждения целых растений, а также в стерильной культуре на эксплантах.

*Дедифференцировка* – это возвращение клеток в меристематическое состояние (способность к микрочеренкованию), при котором они сохраняют способность делиться.

Интактные (готовые) растения состоят из дифференцированных клеток, которые утратили способность к делению. Только при ранениях выделяются гормоны (травматиновая кислота), которые вызывают образование каллуса. Поэтому обязательным условием дедифференцировки растительных клеток в лабораторных условиях является присутствие в питательной среде двух фито-гормонов: ауксинов и цитокининов. Ауксины вызывают процессы дедифференцировки, а цитокинины инициируют деление клеток. Если в питательной среде их не окажется, то клетки не будут делиться, и каллусной ткани не образуется.

В качестве эксплантов используются фрагменты стебля, корня, листа, лепестков, тычинок и др., являющихся ценными для культивирования (рисунок 14).

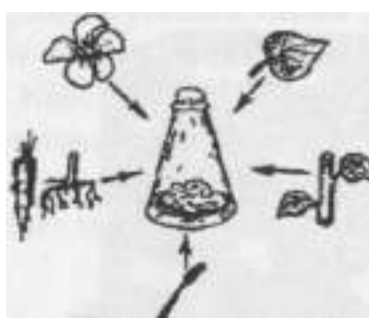


Рисунок 20 – Получение культуры каллусной ткани из различных эксплантов: фрагментов стебля, корня, листа, лепестков, тычинок.

#### *Цикл развития каллуса*

1. Подготовка клеток к делению с помощью фитогормонов. При этом под действием ауксинов (чаще всего 2,4-дихлорфенок-уксусной кислоты) исходная ткань утрачивает свои характерные черты. Клетки теряют запасные вещества: крахмал, белки, липиды; в них разрушаются специализированные клеточные органеллы, такие как хлоропласта, аппарат Гольджи, перестраивается эндоплазматическая сеть. Через несколько часов (на искусственной питательной среде) начинается новый синтез белка. В результате клетки становятся способными к делению, и образуется каллус.

2. Фаза интенсивного роста клеток (деление митозом).
3. Фаза замедленного роста клеток.
4. Стационарная фаза, при которой каллус не делится.
5. Отмирание каллуса.

Обычно каллусная ткань бывает белого или желтого цвета. При старении каллусных клеток цвет может быть темно-коричневым. Поэтому во избежание старения ткань необходимо пересаживать через каждые 3-4 недели на новую питательную среду, содержащую фитогормоны.



Рисунок 21 – Микрофотография каллуса *Fresia*.

Необходимыми условиями работы при культивировании каллуса являются те же требования, что и при вегетативном клонировании, однако большинство каллусных клеток не нуждается в свете, т.к. они не имеют хлоропластов и питаются гетеротрофно за счет питательной среды. Исключение составляет люцерна.

*Задание 17:*

1. Изучите и законспектируйте основные этапы метода вегетативного клонирования генетически ценных растений.
2. Познакомьтесь с основными параметрами вегетативного клонирования растений в лабораторных условиях.
3. Усвоить основные требования при культивировании каллуса в лабораторных условиях. Законспектируйте этапы развития каллусной ткани.

*Задание 18:*

1. Прочитайте и законспектируйте механизм воздействия фитогормонов на дифференцированные клетки экспланта растений.
2. По результатам культивирования вишни разных сортов рассчитайте полученное количество готовых жизнеспособных растений в год при условии, что после обработки фитогормоном ИМК (50 мг/л) сорт вишни Шубинка полноценно укореняется на 52 %; сорт Владимирская – на 18 %; сорт Любская – на 13 %. Известно, что число побегов, пересаженных на среду для окончательного укоренения, составляет по 100 тысяч побегов каждого сорта в год.

*Задание 19:* Ответьте на вопросы для самоконтроля.

1. Каковы основные составные части питательных сред для культивирования изолированных клеток и тканей?
2. Какие углеводы и для чего используют в питательных средах?
3. Какие гормоны и для каких целей используют для приготовления питательных сред?
4. Какие ткани растут на питательных средах без гормонов?
5. В какие питательные среды вносят агар-агар и из чего его получают?
6. На что воздействует ауксин и кинетин при индукции морфогенеза?
7. Для чего проводят стерилизацию питательных сред, материалов, инструментов, посуды и посадочного материала?
8. Где проводятся работы по культивации клеток и тканей?
9. Как стерилизуют ламинар-боксы?
10. Как должен быть одет и подготовлен человек, работающий в ламинар-боксе?
11. Каким образом стерилизуют посуду?
12. Как осуществляют стерилизацию инструментов?
13. Как обрабатывают инструменты перед повторным использованием?
14. Каким образом стерилизуют марлю, ватные тампоны, халаты, косынки и другие материалы?
15. Как осуществляется стерилизация посадочного материала?
16. Каким образом стерилизуют питательные среды?
17. Что такое холодная стерилизация?

### **1.3.3. Занятие 12. Трансплантация эмбрионов**

Трансплантация – метод ускоренного воспроизводства высокопродуктивных животных путем получения и переноса одного или нескольких эмбрионов от высокоценных животных (доноров) к менее ценным животным (реципиентам). Использование трансплантации позволяет получать от одной генетически ценной самки в десятки раз больше потомства.

Работу по трансплантации проводят в следующем порядке:

- отбор доноров и реципиентов;
- синхронизация полового цикла реципиентов с половым циклом доноров;

- вызывание множественной овуляции (суперовуляции) у доноров и их осеменение;
- получение зародышей от доноров;
- оценка, культивирование и хранение зародышей;
- пересадка зародышей на стадии морулы или бластоцисты реципиентам.

Донор – это высокоценное, выдающееся животное, от которого после гормонального вызывания полиовуляции и осеменения спермой проверенного производителя-улучшателя получают несколько зародышей. Отбирают только тех животных, которые обладают способностью к множественной овуляции и дают в течение длительного срока их использования большое количество зародышей, пригодных к пересадке. В качестве доноров лучше использовать здоровых коров в возрасте от 4 до 5 лет с хорошо развитой молочной железой, пригодной к машинному доению, у которых не было каких-либо осложнений родов а послеродового периода. Первая стадия возбуждения полового цикла после родов должна быть синхронной и полноценной, с ярко выраженными феноменами: течки, полового возбуждения и охоты. Операция пересадки зародышей экономически выгодна только в том случае, когда в качестве доноров берут выдающихся в племенном отношении животных.

Реципиент – животное, которому трансплантируют (пересаживают) в матку одного или двух зародышей на ранней стадии их развития. Реципиентов отбирают в количестве 6-8 голов на каждого донора из числа животных, не имеющих большой племенной ценности. При этом используют телок в возрасте 16-18 лет с массой 350- 380 кг или коров не старше 7 лет. Животные должны быть здоровыми, без признаков нарушения обмена веществ. Успех пересадок в значительной степени зависит от физиологически полноценного течения половых циклов и правильного определения охоты у реципиентов. Половые циклы должны протекать регулярно, быть полноценными, с синхронным формированием стадии возбуждения. Реципиенты должны быть в состоянии средней упитанности, с хорошим физическим развитием, имеют крупный, правильной формы таз. Яичники и матка должны быть нормально развиты, без патологических изменений.

Вызывание суперовуляции. Самки млекопитающих рождаются с большим (несколько десятков и даже сотен тысяч) числом половых клеток. Большинство из них постепенно погибают в результате атрезии фолликулов. Однако практически все растущие фолликулы реагируют на гонадотропную стимуляцию, которая приводит их к конечному созреванию. Обработка самок гонадотропинами в фолликулярной фазе полового цикла или в лютеиновой фазе цикла в сочетании с индуцированием регрессии желтого тела простагландинами Ф<sub>2</sub> (ПГФ<sub>2</sub>) или его аналогами приводит к множественной овуляции или так называемой суперовуляции.

Суперовуляцию считают достигнутой, если произошло выделение не менее трех яйцеклеток (в отдельных случаях у животных их овулирует 100 и более). Однако основная цель гормональной обработки – получение в результате суперовуляции 10-20 яйцеклеток. У коров и телок для вызывания множественной овуляции применяют гонадотропины гипофизарного и плацентарного происхождения; для обработки используют разнообразные схемы. Наиболее эффективны гонадотропные сыворотки жеребых кобыл (ГСЖК).

Извлечение зародышей. Эмбрионы крупного рогатого скота поступают из яйцевода в матку между 4-м и 5-м днем после начала охоты (между 3-м и 4-м днем после овуляции). Сроками продвижения эмбрионов в половом тракте коровы и определяется извлечение их из яйцевода или рогов матки.

В связи с тем, что нехирургическое извлечение возможно только из рогов матки, то эмбрионы извлекают не ранее 5-го дня после начала охоты.

Несмотря на то, что при хирургическом извлечении эмбрионов у крупного рогатого скота достигнуты отличные результаты, этот метод неэффективен, т.к. относительно дорогостоящий, неудобный для применения в условиях производства.

Нехирургическое извлечение эмбрионов состоит в следующем. Гибкий катетер с надувной манжеткой вводят во влагалище и через шейку матки в один из рогов матки. Манжетка надувается и закрывает выход рога матки, тем самым ограничивая промывную полость. Катетер может быть двухканальным, что позволяет проводить проточное прохождение промывной жидкости. При использовании одноканального катетера промывная жидкость вводится несколько раз (5-8 раз) и затем вытекает из рога матки.

В обоих случаях вводят 200-300 мл фосфатного буфера Дюльбекко.

Наиболее оптимальные сроки для извлечения эмбрионов – 6-8-й день после начала охоты, так как ранние бластоцисты этого возраста наиболее пригодны для глубокого замораживания и могут быть с высокой эффективностью пересажены нехирургическим способом.

Эффективность пересадки эмбрионов в значительной степени определяется синхронностью проявления охоты у донора и реципиента. У крупного рогатого скота максимальное число беременностей получают после синхронной пересадки. Введение эмбрионов в оба рога матки обеспечивает высокую эффективность пересадки. Этот прием успешно используют для получения двойности. Процедура получения двойности включает пересадку 7-дневных эмбрионов осемененному животному в рог, противоположный яичнику с желтым телом.

*Задание 20:* Изучите методы, с помощью которых оценивают качество полученных зародышей, технологию их хранения.

#### *Общие сведения*

Для определения полноценности и жизнеспособности зародышей применяют следующие методы: а) визуальную морфологическую оценку, б) прижизненное окрашивание, в) культивирование вне организма в течение 24-48 ч, г) цитологическую и цитогенетическую оценку.

Наиболее широкое распространение получили способы оценки качества и жизнеспособности зародышей по морфологическим признакам и по результатам их культивирования.

При этом учитывают следующие основные морфологические признаки полноценности зародышей: целостность и равномерность развития бластомеров, прозрачность перивителлинового пространства, целостность зоны пеллюцида, соответствие стадии развития возрасту зародыша. Зародыши с признаками дегенерации, уродств и недоразвития для пересадок непригодны.

Зародыши оценивают в баллах с помощью специальной таблицы 6 (шкала оценки качества зародышей): полноценные – 5 баллов; с незначительными дефектами – 4 балла; замедленные (ретардированные) – 3 балла; неполноценные – 2 и 1 балл.

Таблица 6 – Шкала оценки качества зародышей

Стадия развития	Морфологическая характеристика	Оценка	Балл
морула ранняя (МО-1)	шаровидная форма, прозрачная оболочка, целая; перивителлиновое пространство прозрачное, бластомеры четкие, одинаковых размеров с наличием полигональной связи, цитоплазма мелкозернистая, равномерно заполняет цитоплазматическую оболочку	отлично	5
морула поздняя (МО-2)	в перивителлиновом пространстве гранулы, включения, бластомеры разных размеров, расположены несимметрично, несколько сжаты	хорошо	4

	в перивителлиновом пространстве гранулы, включения, незначительное сжатие бластомеров, единичное разрушение	удовлетворительно	3
	деформация прозрачной оболочки, частичное разрушение бластомеров, нарушение связи между ними, фрагментация цитоплазмы, сжатые бластомеры	условно годные	2
	несоответствие стадии развития возрасту зародыша, дефекты прозрачной оболочки (трещины, сколы), распад бластомеров, их сильное сжатие	непригодные	1
бластула (БЛ-1)	шаровидная форма, перивителлиновое пространство узкое, прозрачное, клетки трофобласта и эмбриобласта четко дифференцированы, хорошо различима полость бластулы	отлично	5
бластула поздняя (БЛ-2)	зона пеллюцида утончена, перивителлиновое пространство отсутствует, полость бластулы большая с гладкой поверхностью и четкой дифференциацией клеток. В перивителлиновом пространстве полость бластулы не видна, гранулы, включения, клетки трофобласта сжаты незначительно	хорошо	4
	перивителлиновое пространство увеличено, имеет включения, гранулы, полость бластулы не выражена, нет дифференциации между клетками трофо- и эмбриобласта	удовлетворительно	3
	дефект прозрачной оболочки (трещин, наличие гранул), в перивителлиновом пространстве частичные разрушения клеток, сжатие бластомеров -	условно годные	2
	значительный дефект прозрачной оболочки, распад бластомеров	непригодные	1

*Хранение зародышей.* Для кратковременного хранения в течение 1-5 ч используют среду Дюльбекко, в которую добавляют 100 ЕД пенициллина на 1 м и 4 мг/мл 20 %-ной сыворотки крови теленка или альбумина бычьей сыворотки. Зародышей помещают на часовое стекло с 0,5 мл питательной среды, переносят в чашку Петри, дно которой покрыто увлажненной фильтровальной бумагой, и хранят в термостате при температуре 37 °С.

Для длительного хранения применяют метод замораживания в жидком азоте.

Замораживают с помощью приборов НПС «Эмбрион» и ЗЭМ Харьковского СКТБ. Отбирают зародышей с оценкой 4-5 баллов. На основе среды Дюльбекко, содержащей ФБС, готовят растворы с увеличивающейся концентрацией глицерина и выдерживают зародышей по 10 минут в каждом из них:

1. 1,4 М раствора содержит 10 % глицерина (к 1 мл глицерина добавляют 9 мл среды Дюльбекко с 20 % ФБС);
2. 0,92 М раствор содержит 6,6 % глицерина (к 2 мл раствора № 1 добавляют 1 мл среды Дюльбекко с 20 % ФБС);
3. 0,46 М раствор содержит 3,3 % глицерина (к 1 мл раствора № 1 добавляют 2 мл среды Дюльбекко с 20 % ФБС).

Зародыши выдерживают в растворах глицерина в порядке повышения их концентрации: 0,46 М (3,3 %); 0,92 М (6 %); 1,4 М (10 %).

При замораживании зародышей в ЗЭМ используют специальные контейнеры: стеклянные пробирки длиной 50 мм и диаметром 5 мм, стеклянные ампулы на 1 мл, пластиковые соломинки длиной 130 мм и диаметром 2 мм. В каждой пробирке (ампуле) может находиться до 4 зародышей от одного донора в 0,3-0,4 мл среды с



криопротектором. Пайеты заправляют с помощью шприца на 1 мл с резиновым или пластиковым переходом в следующем порядке: среда – 2/5 объема пайеты, пузырек воздуха – 5 мм, зародыш в среде – 1/5 объема пайеты, воздуха – 5 мм и среда – 2/5 объема пайеты.

Замораживают по программе с автоматическим сидингом:

1-й этап – стабилизация при температуре 20 °С без ограничения времени;

2-й – охлаждение со скоростью 1 °С /мин от 20 °С до -7 °С;

3-й – стабилизация при -7 °С в течение 2 минут;

4-й – охлаждение со скоростью 0,3 °С /мин от -7 до -32 °С;

5-й – стабилизация при -32 °С в течение 30 минут;

6-й (последний) этап – помещение зародышей, замороженных в пайетах, в хранилище с жидким азотом.

Второй метод – замораживание зародышей с эквilibрацией. Зародыши насыщают в течение 10 минут в 1,4 М растворе, затем переносят в 0,9 М раствор на 60- 90 минут, после чего помещают в пайету: раствор № 2 – воздушный пузырек – раствор № 2 с зародышем в середине пайеты – воздушный пузырек – пробка. Пайетту с зародышем в растворе № 2 погружают в жидкий азот пробкой вверх до прекращения кипения, а затем переносят в канистры и хранят до использования.

*Размораживание зародышей.* Размораживают на водяной бане при 37 °С в течение 3-5 с. При переносе пайеты из жидкого азота в водяную баню пробку из пайеты извлекают. Зародыши помещают в 0,5 М раствор сахарозы (к 1,7 части сахарозы добавляют 10 мл среды Дюльбекко с 20 % ФБС). После насыщения сахарозой зародыши отмывают в среде Дюльбекко, содержащей 20 % ФБС. Используют 4 чашки Петри; отмывают путем последовательного переноса с экспозицией по 5 минут.

При трансплантации зародышей на фермах используют одноэтапный метод удаления криопротектора. В этом случае при замораживании компоненты размещают в пайете таким образом: раствор сахарозы – 0,25 мл или 0,5 мл (2/5 объема), воздух – не более 5 мм, зародыш в ФБС с содержанием 1,0 М или 1,04 М раствора глицерина – 1/5 объема, воздух – 5 мм, раствор сахарозы – 0,25 М или 0,5 М (2/5 объема).

*Задание 21:*

1. Изучите методы оценки качества зародышей.
2. Изучите шкалу оценки качества зародышей.
3. Сделайте оценку изображенных на фотографиях зародышей по пятибалльной системе.
4. Изучите технологию хранения зародышей.

*Задание 22:* Ответьте на вопросы для самоконтроля.

1. Что понимают под трансплантацией эмбрионов?
2. Назовите этапы трансплантации.
3. Каковы требования к донору?
4. Каковы требования к реципиенту?
5. Каковы методы стимуляции донора и реципиента?
6. Какие Вы знаете гонадотропные гормоны, где они вырабатываются и на что воздействуют?
7. Что такое половой цикл и каковы его фазы?
8. Феномены периода возбуждения.
9. Когда и как осеменяют донора?
10. Какие Вы знаете методы извлечения эмбрионов?
11. Какие манипуляции можно проводить с эмбрионом?
12. Оценка качества эмбрионов.

## 2. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

### 2.1. Теоретические вопросы для самостоятельного изучения

#### *2.1.1. Современные проблемы биотехнологии*

1. Приоритетные направления биотехнологии в РФ.
2. Применение достижений биотехнологии и биоинженерии в агропромышленном производстве.
3. Значение биотехнологии в решении проблем медицины и продовольственных проблем.
4. Стратегия предотвращения потенциального риска биотехнологии.

#### *2.1.2. Промышленное биотехнологическое производство*

1. Инженерная энзимология: задачи и возможности.
2. Иммуобилизованные ферменты и промышленные процессы с их использованием.
3. Традиционные способы увеличения продуктивности штаммов.
4. Характеристика продуктов промышленной микробиологии.
5. Производство пищевых добавок
6. Бактериальное выщелачивание металлов из руд и концентрат.

#### *2.1.3. Применение биотехнологических процессов для решения проблем окружающей среды*

1. Биологическая (биохимическая) очистка сточных вод.
2. Биодegradация нефтяных загрязнений.

#### *2.1.4. Способы создания объектов биотехнологии методами клеточной и генетической инженерии*

1. Геномика, ее развитие и достижения.
2. Управление процессами дифференцировки и морфогенеза.
3. Дифференциальная активность генов и фитогормоны – основа дифференцировки.
4. Достижения и перспективы использования генетически-модифицированных растений (ГМР) в продовольственном обеспечении народов мира, в том числе России.
5. Основные направления создания трансгенных растений.
6. Получение трансгенных животных.
7. История развития клеточной и тканевой биотехнологии.
8. Концепция генетических основ и эволюции азотфиксирующих симбиотических биосистем.

### 2.2. Вопросы к зачету

1. Состав питательных сред для культуры тканей растений и особенности приготовления отдельных компонентов.
2. Методы стерилизации растительного материала и питательных сред.
3. Схема опыта Скуга – Миллера (применение фитогормонов).
4. Пути регенерации растений из каллуса и суспензионной культуры.
5. Искусственные семена.
6. Микрклональное размножение. Этапы, типы, преимущества.
7. Соматоклональная вариабельность (причины, сущность, применение, вред).





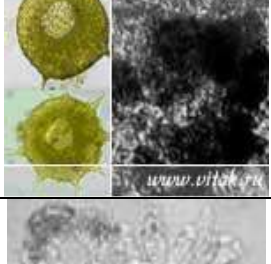

8. Клеточная селекция. Способы отбора. Селективные фоны. Преимущества и ограничения.
9. Оздоровление растительных тканей от вирусной инфекции.
10. Диплоиды. Свойства, способы получения, применение.
11. Культура зародышей. Основные применения.
12. Способы получения протопластов и культивирования одиночных клеток
13. Соматическая гибридизация. Основные применения, отличительные особенности генетического набора соматических гибридов.
14. Цитоплазматическая наследственность. Цибриды, сегрегация и замена цитоплазмы.
15. Получение и свойства гибридом, триом и тетром.
16. Моноклональные и биспецифичные антитела. Применение.
17. Клонирование животных. Роль теломеразы и теломерных последовательностей ДНК.
18. Тотипотентность растительных клеток и сравнение их со свойствами животных клеток.
19. Полиэмбриония и её использование в животноводстве.
20. Понятие о генетической инженерии. Искусственные рекомбинантные ДНК. Общая схема клонирования генов в бактериях.
21. Рестриктазы, лигазы, другие ферменты, как инструменты генетической инженерии.
22. Создание искусственной генетической конструкции для экспрессии генов в бактериях, растениях, животных (основные структурные и регуляторные элементы).
23. Генетические векторы для бактерий, растений и животных.
24. Способы введения генов в наследственный материал растений и животных.
25. Основные направления создания трансгенных растений.
26. Основные направления создания трансгенных животных.
27. Вопросы биобезопасности трансгенных организмов.
28. Производство медицинских препаратов и ферментов с помощью трансгенных микроорганизмов.
29. Генная терапия. Лечение наследственных болезней, борьба с раковыми заболеваниями.
30. Современные тенденции в развитии традиционных микробиологических технологий (молочные продукты, пивоварение, виноделие).
31. Производство антибиотиков, стероидов, витаминов, ферментов, аминокислот, загустителей и т.д.
32. Микробиологические удобрения, пробиотики.
33. Биотехнология в энергетике.
34. Ремедиация окружающей среды биотехнологическими методами.
35. Имобилизованные ферменты и клетки. Свойства, преимущества, методы получения, примеры.
36. Растения и микроорганизмы – суперпродуценты полезных веществ.
37. Новые технологии в постгеномную эру («omics»).
38. ПЦР: общая схема, условия, ферменты.
39. Области применения ПЦР.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Биотехнология в животноводстве [Текст] / В. Ф. Красота, Б. П. Завертяев, Е. К. Меркурьева, А. К. Никитин. – М.: Колос, 1994. – 127 с.
2. Введение в биотехнологию. [Электронный ресурс]: метод. указания по лаб. работам / сост. : Т. Г. Волова, Н. А. Войнов, Е. И. Шишацкая, Г. С. Калачева. – Электрон. дан. (2 Мб). – Красноярск: ИПК СФУ, 2008. – 81 с.
3. Введение в биотехнологию. [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / Т. Г. Волова. – Электрон. дан. – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – 183 с.
4. Ветеринарное акушерство, гинекология и биотехника размножения [Текст] / А. П. Студенцов, В. С. Шипилов, В. Я. Никитин и др.; под ред. В. Я. Никитина и М.Г. Миролюбова. 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 2000. – 495 с.
5. Горленко, В. А., Научные основы биотехнологии. Учебное пособие [Электронный ресурс] / В. А. Горленко, Н. М. Кутузова, С. К. Пятунина. – М.: Прометей, 2013.–262 с.– ЭБС «БиблиоРоссика».
6. Егорова, Т. А. Основы биотехнологии [Текст] / Т. А. Егорова, С. М. Клунова, Е. А. Живухина. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 208 с.
7. Жмур Н. С., Технология и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками [Текст] / Н. С. Жмур. – М: Акварос. – 2003. – 465 с.
8. Коростелева, Н. И. Биотехнология: учебное пособие [Текст] / Н. И. Коростелева, Т. В. Громова, И. Г. Жукова. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2006. – 127 с.
9. Красота, В. Ф. Биотехнология в животноводстве [Текст] / В. Ф. Красота, Б. П. Завертяев, Е. К. Меркурьева, А. К. Никитин. – М.: Колос, 1994. – 127 с.
10. Мишустин, Е. Н. Микробиология [Текст] / Е. Н. Мишустин, В. Т. Емцев. – М.: Колос, 1978. – 351 с.
11. Практикум по акушерству, гинекологии и биотехнике размножения животных [Текст] / В. Я. Никитин, М. Г. Миролюбов, В. П. Гончаров и др. – М.: Колос, 2003. – 208 с.
12. Рис, Э Введение в молекулярную биологию. От клеток к атомам: Пер. с англ. [Текст] / Э. Рис, М. Стернберг. – М.: Мир, 2002. – 142 с.
13. Сельскохозяйственная биотехнология: учеб. [Текст] / В. С. Шевелуха, Е. А. Калашникова, Е. С. Воронин и др.; под ред. В.С. Шевелухи. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2003. – 469 с.
14. Современные проблемы и методы биотехнологии [Электронный ресурс]: электрон. учеб. пособие / Н. А. Войнов, Т. Г. Волова, Н. В. Зобова и др. ; под науч. ред. Т. Г. Воловой. – Электрон. дан. – Красноярск: ИПК СФУ, 2009. – 418 с.
15. Теппер, Е. З. Практикум по микробиологии [Текст] / Е. З. Теппер, В. К. Шильникова, Г. И. Переверзева. – М.: Дрофа, 2004. – 256 с. – 142 с.
16. Тихонов, И. В. Основы биотехнологических процессов: учебно- методическое пособие по биотехнологии [Текст] / И. В. Тиханов, Е. С. Воронин, Т. Н. Грязнева, Д. А. Дервинов, А. В. Васильев, А. Д. Чекмарев, С. А. Маслов. – М.: МГАВМиБ им. К.И. Скрябин, 2002. Ч. I-III. – 136 с.
17. Хасси, Г. Размножение сельскохозяйственных культур *in vitro* [Текст] // Биотехнология сельскохозяйственных растений. – М.: Агропромиздат, 1987. – С. 105-133.
18. Чуканова, Т. И. Организация и развитие исследований по биотехнологии в зарубежных странах [Текст] / Т. И. Чуканова, Л. И. Мурая. – М.: Агропром, 1988. – 59 с.
19. Эрнст, Л. К. Трансплантация эмбрионов сельскохозяйственных животных [Текст] / Л. К. Эрнст, Н. И. Сергеев. М.: Агропромиздат, 1989. – 302 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица 7 – Факторы и причины вызывающие нарушение процесса очистки

Факторы	№ биоэстиматора	Экологические группы	Фотографии и рисунки	Причины, вызывающие нарушение процесса очистки
1	2	3	4	5
«Динамическое (техническое) обеспечение»	1	Жгутиковые (мелкие)		Застаивание (загнивание активного ила)
	2	Голые амёбы (мелкие)		Нарушенный режим аэрации, застой ила
	3/4	Отношение свободноплавающих инфузорий к прикрепленным		Нарушенный режим аэрации
«Нагрузка»	5	Хламидиобактерии (нитчатые бактерии) и актиномицеты (5 А)		Перегрузка по легкоокисляемой органике
Нагрузка	6	Бентосные раковинные амёбы и сидеротеки		Перегрузка по трудноокисляемой органике
«Промсток»	7	Роговидные флокулы бактерий (хлопья в виде оленьих рогов)		Биологически неокисляемые промышленные вещества, сахароподобные вещества



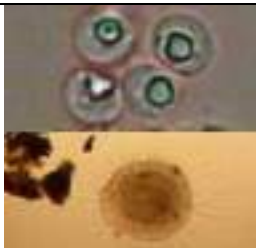
1	2	3	4	5
	8	Гифомицеты (нитчатые водные грибы)		Токсиканты (бактерицидные стоки, металлы)
	9	Цианобактерии (нитчатые водоросли), нитчатые серобактерии.		Спиртоподобные вещества, металлы, сероводород и сульфиды, комплекс ядовитых органических веществ
	10	Планктонные раковинные амебы Gromia и Actinophrys		Нефте- и жироподобные вещества

Таблица 8 – Оценка процесса биологической очистки по показательным группам его изменения – биоэстиматорам – и рекомендации по устранению выявленных нарушений

Факторы	Основная (доминирующая) причина, вызывающая нарушения	Мероприятия по ликвидации воздействия и его последствий
1	2	3
Динамическое (техническое) обеспечение	Снижение аэробности	Повысить интенсивность аэрации (усилить турбулизацию): подключить резервную воздуховодку; провести ревизию системы аэрации (проверить подачу и распределение воздуха, продуть стояки, очистить или заменить диффузоры); установить воздухоочиститель или систему подготовки воздуха до воздуховодок; заменить аэрационные элементы. Ликвидировать зоны застоя ила в аэротенках: установить воздухоподающие стояки в углах прямоугольных или квадратных аэротенков; реконструировать систему аэрации с укладкой аэрационных элементов по всей площади аэротенка (вдоль или поперек резервуара): при наличии загрузки проверить ее состояние. Ликвидировать зоны залегающего ила в системе циркуляции: подключить дополнительный иловый насос для более интенсивного возврата активного ила и его более полного удаления из вторичных отстойников;

1	2	3
		<p>применять пневмовооружения и следить за уровнем стояния ила во вторичных отстойниках; увеличить скорость работы илосборника (проверить работу эрлифтов) Повысить эффективность первичного отстаивания сточных вод: чаще отгружать осадок; проверить техническое состояние отстойников (отремонтировать разрушенные водопереливы, отражатели, привести в горизонтальное положение переливные гребни; снизить гидравлическую нагрузку за счет подключения резервного отстойника (при наличии))</p>
Нагрузка	<p>Плохая циркуляция ила из вторичных отстойников, гниение осадка в первичных отстойниках, усреднители, загнивание ила в аэротенках за счет плохого перемешивания и образования зон застоя</p>	<p>Повысить интенсивность аэрации. Ликвидировать зоны застоя ила. Повысить эффективность первичного отстаивания сточных вод. Улучшить циркуляцию ила.</p>
	<p>Высокие нагрузки на ил по легкоокисляемым и трудноокисляемым органическим веществам</p>	<p>Увеличить концентрацию активного ила в аэротенках за счет увеличения % возвратного ила: прекратить вывод из системы «избыточного» ила. Увеличить объем регенераторов до 50 %. Повысить интенсивность аэрации (усилить турбулизацию): подключить резервную воздухоудувку; провести ревизию системы аэрации; заменить вышедшие из строя аэрационные элементы; реконструировать систему аэрации. Ликвидировать зоны застоя ила в аэротенках: установить воздухоподающие стояки в углах аэротенков; или реконструировать систему аэрации с укладкой аэрационных элементов по всей площади аэротенка (вдоль или поперек резервуара). Ввести все резервные сооружения. Осуществить преаэрацию сточных вод. Осуществить инспекторскую деятельность на предприятиях пищевой промышленности с целью предотвращения залповых сбросов.</p>
Промсток	<p>Дисбалансированное питание активного ила (недостаток легкоокисляемой органики, азота и фосфора в осветленных водах). Подача избыточного ила в первичные отстойники.</p>	<p>Подкармливать ил с соблюдением пропорции ВПК: N: P 100: 6:1,5 в осветленной воде после первичных отстойников. При недостатке азота вносить хлорид аммония, мочевины, нитрат аммония, сульфат аммония; при недостатке фосфора – суперфосфат простой, 0,1% раствор ортофосфорной кислоты. Провести реконструкцию первичных отстойников для обеспечения ацидофикации сырого осадка. Усилить аэрацию. Исключить подачу избыточного ила в «голову» очистных сооружений или подавать не более 20% от объема избыточного ила.</p>
	<p>Токсичные сточные воды</p>	<p>Устранить поступление токсиканта (инспекторская деятельность на промышленных предприятиях). Улучшить первичное отстаивание сточных вод (чаще отгружать осадок из первичных отстойников, реагентное осаждение токсикантов в период воздействия). Усилить аэрацию. Сократить объем ила, удаляемого на утилизацию. Заразить</p>

## Окончание таблицы

		аэротенки здоровым (отобранным из других сооружений) илом (1 дм <sup>3</sup> ила на 1м <sup>3</sup> аэротенка).
Комплекс факторов	Отсутствие или снижение эффективности процесса нитрификации	<p>Подавать воздух в начало аэротенка (вытеснителя) и в регенератор в 2-3 раза больше, чем в другие зоны.</p> <p>Улучшить аэрацию. Увеличить дозу ила. Сократить объем избыточного ила. Улучшить работу первичных отстойников Тщательно контролировать и предупреждать поступление токсичных веществ.</p>



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА  
(ФГБОУ ВО РГАТУ)**

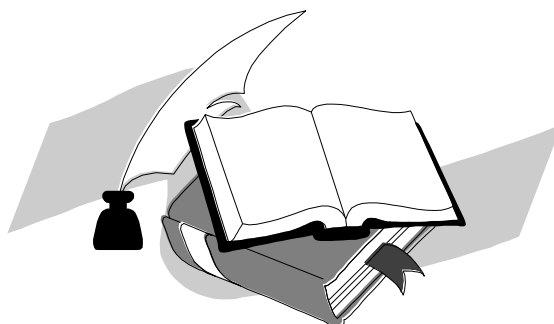
**ФАКУЛЬТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОТЕХНОЛОГИИ**

**КАФЕДРА ЗООТЕХНИИ И БИОЛОГИИ**

## **Экология и рациональное природопользование**

Методические указания

к практическим занятиям и самостоятельным работам для обучающихся 4-го  
курса факультета ветеринарной медицины и биотехнологии по направлению  
подготовки 06.03.01 Биология



Рязань, 2019

Методические указания разработаны с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 07 августа 2014., приказ № 944.

Методические указания разработаны кандидатом биологических наук, доцентом Г. В. Уливановой и предназначено для выполнения практических и самостоятельных работ по дисциплине «Экология и рациональное природопользование» обучающимися по направлению 06.03.01 «Биология»

Рецензенты: доктор биологических наук, профессор кафедры зоотехнии и биологии А. И. Новак, кандидат биологических наук, доцент кафедры ВСЭ, хирургии, акушерства и ВБЖ Киселева Е. В.

Методические указания рассмотрены на заседании кафедры зоотехнии и биологии, протокол № 1 от 30 августа 2019 г.

Заведующий кафедрой зоотехнии и биологии



И. Ю. Быстрова

Методические указания одобрены учебно-методической комиссией по направлению подготовки «Биология», протокол № 1 от 30 августа 2019 г.

Председатель учебно-методической комиссии  
по направлению подготовки «Биология»



О. А. Федосова

## СОДЕРЖАНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ	с. 4
1.	ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ	6
1.1.	Основы природопользования	6
1.2.	Основы природобустройства	38
1.3.	Международное сотрудничество в области природопользования и природобустройства	46
2.	САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА	51
2.1.	Публичные выступления (доклады)	51
2.2.	Вопросы для теоретического изучения	52
2.3.	Задачи для самостоятельного решения	54
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	57
	ПРИЛОЖЕНИЯ	58

## ВВЕДЕНИЕ

**Цель изучения** дисциплины «Экология и рациональное природопользование» - дать комплексные знания по природопользованию и природоохранному обустройству земель;

**Задачами** изучения дисциплины являются:

- изучение основ рационального природопользования;
- рассмотрение методик ресурсо- и энергосбережения, классификаций природных ресурсов и использования альтернативных ресурсов в промышленном производстве и народном хозяйстве;
- изучение основных типов технологий природообустройства;
- знакомство с основными принципами международного сотрудничества в области природопользования и природообустройства.

**Область профессиональной деятельности:** исследование живой природы и ее закономерностей, использование биологических систем в хозяйственных и медицинских целях, охрана природы.

**Объекты профессиональной деятельности:** биологические системы различных уровней организации; процессы их жизнедеятельности и эволюции; биологические, биоинженерные, биомедицинские, природоохранительные технологии, биологическая экспертиза и мониторинг, оценка и восстановление территориальных биоресурсов и природной среды.

**Виды профессиональной деятельности,** к которым готовятся выпускники, освоившие программу бакалавриата:

- научно-исследовательская;
- организационно-управленческая;
- информационно-биологическая.

**Профессиональные задачи: организационно-управленческая деятельность:**

- участие в планировании и проведении мероприятий по охране природы, оценке и восстановлении биоресурсов, управлении природопользованием и его оптимизации;
- участие в организации полевых и лабораторных работ, семинаров, конференций;
- участие в составлении сметной и отчетной документации;
- обеспечение техники безопасности;

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки

Компетенции		Знать	Уметь	Иметь навыки
индекс	Формулировка			
ОПК-10	способностью применять базовые представления об основах общей, системной и прикладной экологии, принципы оптимального природопользования и охраны природы, мониторинга, оценки состояния природной среды и охраны живой природы	основы природопользования и природообустройства. Международное сотрудничество в области природопользования и природообустройства	применять базовые представления о принципах рационального природопользования и природообустройства	практического применения базовых знаний области природопользования и природообустройства в профессиональной деятельности
ОПК-13	готовностью	правовые и	использовать	практического

	использовать правовые нормы исследовательских работ и авторского права, а также законодательства РФ в области охраны природы и природопользования	нормативные основы в области рационального природопользования	правовые нормы законодательства Российской Федерации в области природопользования	применения современных знаний правовых и нормативных основ в области рационального природопользования
ПК-6	способностью применять на практике методы управления в сфере биологических и биомедицинских производств, мониторинга и охраны природной среды, природопользования, восстановления и охраны биоресурсов	принципы рационального природопользования и природообустройства. Основные понятия и принципы управления природопользованием.	применять на практике методы управления в сфере природопользования	оценки и использования принципов рационального природопользования для управления в сфере природопользования

## 1. ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

### 1.1. Основы природопользования

#### 1.1.1. Практическое занятие № 1

#### Модели комплексного использования природных ресурсов

Рассмотрим способы взаимодействия человека с природой (эволюции ресурсопользования). Первый тип назван «природа-мать» (рисунок 1) Заключается он в том, что энергия тратится только на добычу ресурсов (охота, собирательство), которые затем восстанавливаются посредством природных механизмов. Вся промышленность начинается именно с этого – воздухо- и водопотребление без очистки (только там нет природного восстановления).

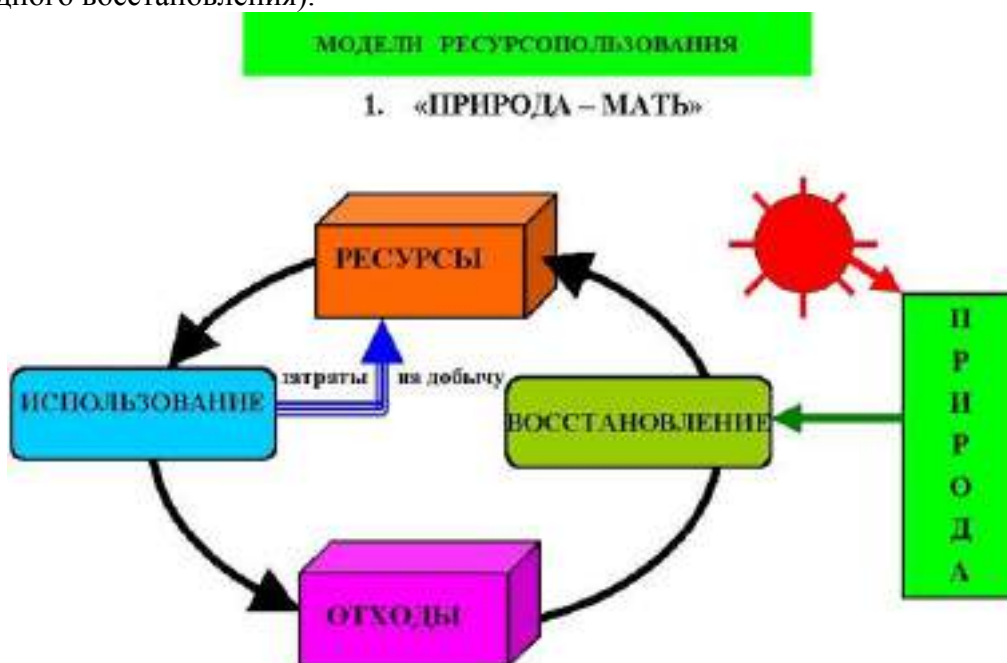


Рисунок 1 – Модель «природа-мать».

К этому типу ресурсопользования относятся охота, собирательство, отгонное животноводство, начало индустриального производство (воздухо- и водопотребление без очистки), начало добычи полезных ископаемых и др. Объемы ресурсопользования при этом ограничены регенерационным потенциалом природы. Поэтому человечество переходит на второй тип, названный «природа-соратник» (рисунок 2). Его суть в том, что восстановление ресурсов идет за счет природы и человека, интенсивность цикла зависит от общих регенерационных вкладов природы и человека, при этом снимается ограничение на объемы ресурсопользования.

## МОДЕЛИ РЕСУРСОПОЛЬЗОВАНИЯ

### 2. «ПРИРОДА – СОРАТНИК»



Рисунок 2 – Модель «природа-соратник».

Человек делает ресурсные циклы все более и более интенсивными. Начало этого этапа связано с возникновением земледелия. Сейчас преобладает почти во всей ресурсной деятельности, т. е. человек использует ресурсы, которые требуют от него затрат на восстановление.

При дальнейшем развитии в направлении увеличения своей доли восстановления ресурсов, человечество придет к третьему типу «природа-экспонат» (рисунок 3). То есть, в рамках этой модели мы полностью тратимся на добычу и восстановление ресурсов. В наше время этот тип встречается исключительно редко (например, в системах жизнеобеспечения на подлодках и космических станциях, но и там зациклены воздух и частично вода, но не продукты питания).

### 3. «ПРИРОДА – ЭКСПОНАТ»

ВОССТАНОВЛЕНИЕ РЕСУРСОВ ИДЕТ ТОЛЬКО ЗА СЧЕТ ЧЕЛОВЕКА. ПРИРОДА – «МУЗЕЙНЫЙ ЭКСПОНАТ».



Рисунок 3 – Модель «природа-экспонат».

Подобная модель – это модель будущего развития ресурсопользования.

*Задание 1:* Оцените модели использования ресурсов (рисунок 1-3).

1. Ответьте на вопрос: какую модель ресурсопользования используют в настоящее время в Российской Федерации. Ответ поясните.

2. Придумайте примеры для всех трех моделей ресурсопользования.

Таблица 1 – Эволюция модели рационального недропользования и комплексного использования минерального сырья

№№ пп	Авторы моделей	Краткое описание сущности
1.	В. И. Вернадский	рециркуляция металлов и неметаллических полупродуктов, создание сплавов и материалов с учетом не только свойств, но и распространенности элементов в природе (на основе Si, Al, Fe, Ca, Na, K, Mg, Ti)
2.	А. Е. Ферсман	полное использование всех ценных компонентов минерального сырья, создание комбинированных межотраслевых производств, в которых процессы подбираются к составу сырья
3.	И. П. Бардин	отходы одних технологических переделов минерального сырья или производств должны служить сырьем для других
4.	Э. В. Брицке	технология производства материалов сосуществует с окружающей средой, когда используется принцип комплексного использования сырья
5.	В. А. Резниченко, А. А. Морозов	организация замкнутого производства: создание межотраслевых технологически замкнутых производств в рамках предприятий, месторождений, регионов, отраслей; рециркуляция материалов; разработка материалов с учетом распространенности элементов в природе (рис. 2)
6.	А. Д. Верхотуров	создание минизаводов в местах добычи сырья с использованием высоких технологий, идеальной схемой безотходного производства, ориентиром на будущие технологии, должна быть разомкнутая схема производства материалов, т.е. с полной переработкой отходов (рис. 3)
7.	А. Д. Верхотуров	разложение минералов, их восстановление и получение элементов, сплавов и соединений при воздействии на минералы (минеральное сырье) концентрированных потоков энергии (высоких градиентов температур и давлений) в условиях лазерной, электронно-лучевой, электроискровой, электрошлаковой, плазменной обработки, алюмотермии, экстремальных методов порошковой металлургии, а не пиро и гидрометаллургические процессы



Модель замкнутого комплексного использования минеральных ресурсов с рециркуляцией полезных компонентов на основе утилизации и переработки отходов предложена В. А. Резниченко и А. А. Морозовым (рисунок 4).

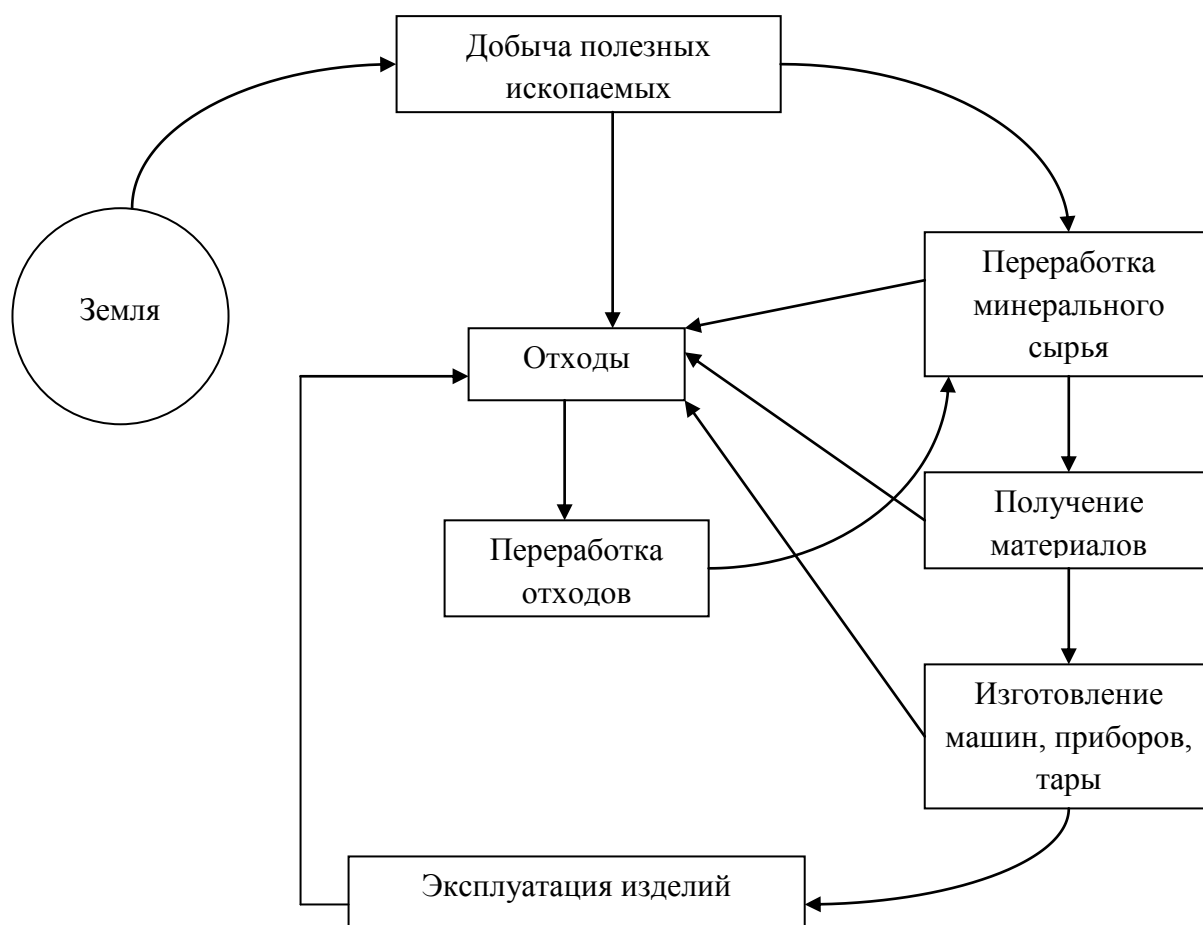


Рисунок 4 – Цикл полного использования материалов.

В развитие указанной модели А. Д. Верхотуровым предлагается разомкнутая схема производства материалов с полной переработкой отходов на основе создания минизаводов в местах добычи сырья с использованием высоких технологий, представленная на рисунке 5. Указанную схему А. Д. Верхотуров называет идеальной, ориентиром на будущие технологии.

**Задание 2:** Сравнить предложенные модели полного использования материалов замкнутого и незамкнутого цикла (таблица 3, рисунки 4, 5). Ответьте на вопрос: почему модель незамкнутого цикла полного использования материалов трудноосуществима в практическом отношении? Укажите основные причины этого.

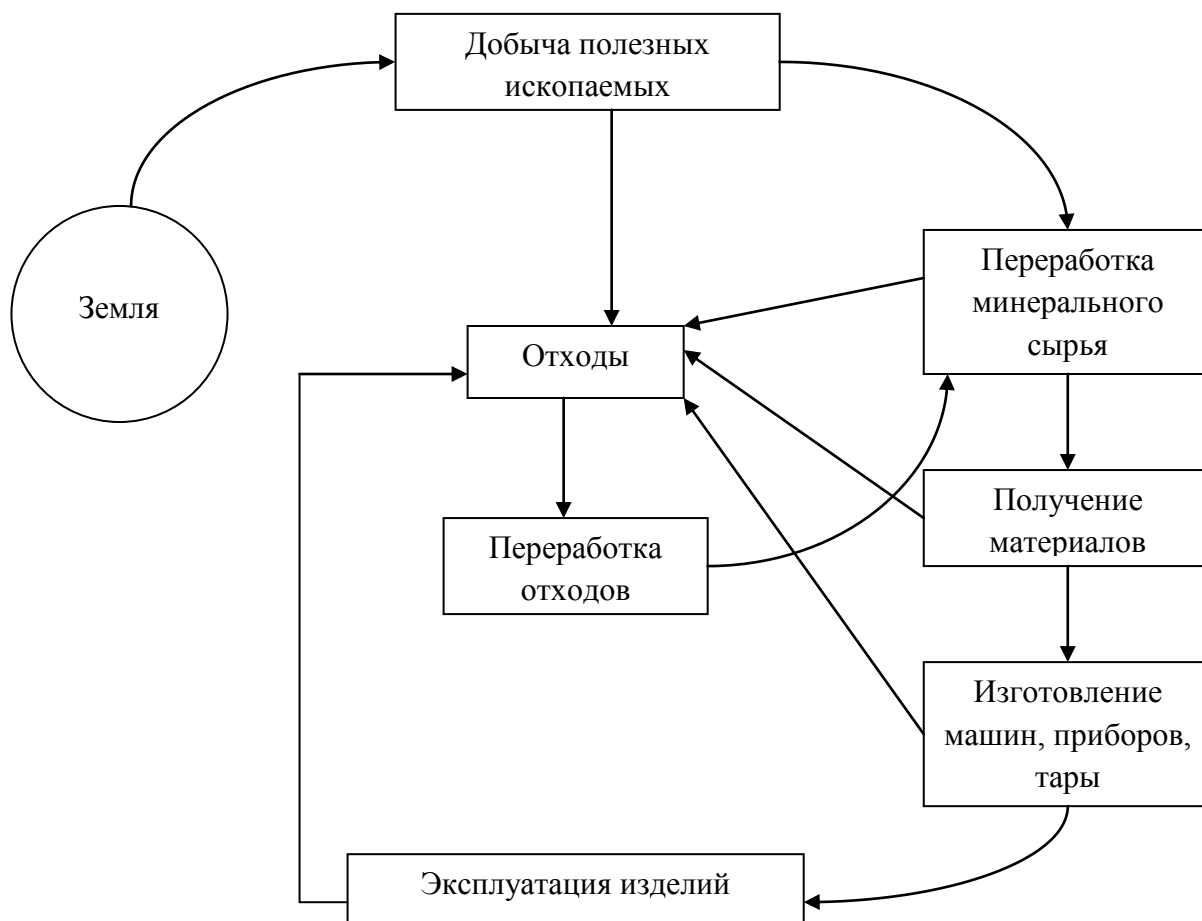


Рисунок 5 – Незамкнутый цикл (идеальный) полного использования материалов.

## 1.1.2. Практическое занятие № 2 Классификация природных ресурсов

### 1.1.2.1. Классификация природных ресурсов

*Природные ресурсы* (естественные ресурсы) – элементы природы, часть всей совокупности природных условий и важнейшие компоненты природной среды, которые используются (либо могут быть использованы) при данном уровне развития производительных сил для удовлетворения разнообразных потребностей общества и общественного производства.

Природные ресурсы являются главным объектом природопользования, в процессе которого они подвергаются эксплуатации и последующей переработке. Главные виды природных ресурсов – солнечная энергия, внутрिземное тепло, водные, земельные и минеральные ресурсы – являются средствами труда. Растительные ресурсы, животный мир, питьевая вода, дикорастущие растения – являются предметами потребления.

Под *классификацией природных ресурсов* понимается разделение совокупности предметов, объектов и явлений природной среды на группы по функционально значимым признакам. Учитывая природное происхождение ресурсов, а также их огромное экономическое значение, разработаны следующие классификации природных ресурсов.

1. *Природная (генетическая) классификация* – классификация природных ресурсов по природным группам: минеральные (полезные ископаемые), водные, земельные (в т. ч. почвенные), растительные, (в т. ч. лесные), животного мира, климатические, ресурсы энергии природных процессов (солнечное излучение, внутреннее тепло Земли, энергия

ветра и т.п.). Часто ресурсы растительного и животного мира объединяют в понятие биологические ресурсы.

2. *Экологическая классификация* природных ресурсов основана на признаках истощаемости и возобновимости запасов ресурсов. Понятием истощаемости пользуются при учете запасов природных ресурсов и объемов их возможного хозяйственного изъятия.

3. *Хозяйственная*, когда природные ресурсы классифицируют на различные группы с точки зрения возможностей хозяйственного использования.

По характеру воздействия человека природные ресурсы обычно делят на две группы: неисчерпаемые и исчерпаемые (рисунок 6).

ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ																	
НЕИЩЕРПАЕМЫЕ				ИЩЕРПАЕМЫЕ (НЕВОЗОБНОВИМЫЕ)						ПОТЕНЦИАЛЬНО ВОЗОБНОВИМЫЕ							
Энергия Солнца	Энергия ветра	Энергия приливов	Энергия текущей воды	Рудные полезные ископаемые			Нерудные полезные ископаемые						Чистый воздух	Пресная вода	Плодородные почвы	Растения и животные	Геотермальные источники ...
				Железные руды	Свинцовые руды	Медные руды	Уголь	Газ	Нефть	Торф	Горючие сланцы	Мрамор					

Рисунок 6 – Классификация природных ресурсов.

Исчерпаемые ресурсы, в свою очередь, подразделяются на невозобновимые (невосстанавливаемые) и возобновимые (восстанавливаемые). К невозобновимым природным ресурсам относятся те из них, которые абсолютно не восстанавливаются или восстанавливаются в сотни тысяч и миллионы раз медленнее, чем идет их использование. К таким ресурсам принадлежит большинство полезных ископаемых – каменный уголь, нефть, торфяники, многие осадочные породы. Использование этих ресурсов неминуемо ведет к их истощению.

Охрана невозобновимых природных ресурсов сводится к рациональному, экономному использованию, борьбе с потерями при добывании, перевозке, обработке и применении, а также к поиску заменителей.

К возобновимым природным ресурсам принадлежат прежде всего биологические ресурсы – растительность, животный мир, а также почва, некоторые минеральные ресурсы, например, соли, осаждающиеся в озерах и морских лагунах.

Эти ресурсы по мере использования постоянно восстанавливаются. Однако для сохранения их способности к восстановлению нужны определенные естественные условия. Нарушение этих условий задерживает или вовсе прекращает процесс самовосстановления, что следует учитывать при использовании возобновимых природных ресурсов.

Неисчерпаемые (неистощимые) природные ресурсы – это количественно неиссякаемая часть природных ресурсов (солнечная энергия, морские приливы, текущая вода), иногда сюда относят атмосферу и гидросферу, хотя при значительных загрязнениях антропогенными токсикантами они могут переходить в категорию исчерпаемых (возобновимых)

Кроме приведенных, выделяют еще такие ресурсы как рекреационные, эстетические. Рекреационные ресурсы – это природные ресурсы, обеспечивающие отдых

и восстановление здоровья и трудоспособности человека; эстетические – сочетание естественных факторов, положительно воздействующих на духовные богатства человека.

Задание 3: по таблице 2 определите наиболее и наименее полно используемые ресурсы. Составить таблицу использованности ресурсов (таблица 3). Проанализируйте, к чему ведет такая практика.

Таблица 2 – Классификация природных ресурсов по возобновляемости и интенсивности использования

Природный ресурс	Возобновляемость (истощаемость)	Интенсивность использования
1) энергетические ресурсы		
а) нефть	истощаемые	90-100 %
б) уголь	истощаемые	50-70 %
в) торф	истощаемые	40-75 %
г) природный газ	истощаемые	95-100 %
д) древесина	возобновляемые	20-50 %
е) ветер	возобновляемые	1 %
ж) солнце	возобновляемые	
з) гидроэнергия	возобновляемые	2-25 %
и) гидротермическая энергия	возобновляемые	0-1 %
к) атомная энергия	истощаемые	4-15 %
л) энергия недр Земли	возобновляемые	0 %
м) энергия гравитации	возобновляемые	
н) энергия приливов	возобновляемые	0,5-1 %
2) водный ресурс		
а) пресные воды	истощаемые	70-100 %
Б) морские соленые воды	возобновляемые	50 %
3) земельный ресурс (почвы)	возобновляемые	90-100 %
4) биологический ресурс		
А) флора	возобновляемые	10-30 %
Б) фауна	возобновляемые	30-50 %
В) грибы	возобновляемые	10-20 %
Г) бактерии	возобновляемые	1-10 %
5) информационный ресурс		
5.1 антропогенные	возобновляемые	20-60 %
5.2 природные (генетические)	истощаемые	20 %
б) ресурсы пространства	истощаемые	100 %

Таблица 3 – уровни использованности ресурсов

Сильно используемые (более 50 %)	Слабо используемые (10-50 %)	Практически не используемые (менее 10 %)

### 1.1.2.2. Распределение природных ресурсов

Природные ресурсы распределены между странами крайне неравномерно (таблица 6). Только 20-25 стран имеют более 5 % мировых запасов какого-либо одного вида минерального сырья. Лишь несколько крупнейших стран мира (Россия, США, Канада, Китай, ЮАР и Австралия) обладают большинством его видов. Фактически ни одна страна не располагает запасами всех необходимых для современной экономики видов минерального сырья и не может обойтись без его импорта. Так, Россия при всем многообразии своих минеральных ресурсов и значительном их объеме вынуждена импортировать бокситы, олово, марганец.

Таблица 4 – Разведанные запасы природных ресурсов в мире

Регион	Разведанные запасы	
	трлн. м <sup>3</sup>	%
СНГ	56,0	
Зарубежная Европа	6,0	
Зарубежная Азия	82,5	
Африка	13,0	
Северная Америка	7,0	
Латинская Америка	7,5	
Австралия и Океания	3,0	
Весь мир	175,0	100

#### Задание 4:

1. Рассчитать процентную обеспеченность регионов мира природными ресурсами.
2. Построить круговую диаграмму ресурсной обеспеченности регионов планеты.
3. Сделать заключение о неравномерности распределения природных ресурсов на планете. Указать наиболее богатые и бедные регионы мира.

### 1.1.2.3. Изучение методики подсчёта срока исчерпания природных ресурсов

Ресурсы могут быть классифицированы как вечные, возобновимые и невозобновимые.

Вечные ресурсы, такие как солнечная энергия, действительно неисчерпаемы с точки зрения истории человечества.

Возобновимые ресурсы в нормальных условиях восстанавливаются в результате природных процессов. Примерами могут служить деревья в лесах, дикие животные, пресные воды поверхностных водотоков и озер, плодородные почвы и др.

Невозобновимые, или исчерпаемые ресурсы существуют в ограниченных количествах (запасах) в различных частях земной коры. Примерами являются нефть, уголь, медь, алюминий и др. Они могут быть истощены как потому, что не восполняются в результате природных процессов (медь и алюминий), так и потому, что их запасы восполняются медленнее, чем происходит их потребление (нефть, уголь). Невозобновимые ресурсы считаются экономически истощенными когда выработаны 80 % их оцененных запасов. По достижении этого предела разведка, добыча и переработка остающихся запасов обходится дороже рыночной цены.

Задание 5:

Оцените срок истощения природного ресурса, если известен уровень добычи ресурса в текущем году, а потребление ресурса в последующие годы будет возрастать с заданной скоростью прироста ежегодного потребления. Для этого время истощения приведенных в таблице 5 ресурсов, вставьте данные в виде добавочной строки в таблицу. Сделайте вывод о последовательности прекращения добычи ресурсов.

Таблица 5 – Данные для расчета срока истощения ресурса

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ресурс	каменный уголь	природный газ	нефть	Fe	P	Cu	Zn	Pb	Al	U
запас ресурса, Q, млрд.т.	6800	280	250	12 тыс.	40	0,6	0,24	0,15	12	300
добыча ресурса, q, млрд.т./год	3,9	1,7	3,5	0,79	0,023	0,008	0,006	0,004	0,016	0,2
прирост объема потребления ресурса, TP, % в год	2	1,5	2	2,5	1,8	1,7	1,3	2,2	1,6	2

Для расчета воспользуйтесь формулой суммы членов ряда геометрической прогрессии:

$$Q = \frac{((1 + TP/100)^t - 1) * q}{TP/100}, \quad (1)$$

где Q – запас ресурсов;

q – годовая добыча ресурса;

TP – прирост потребления ресурса;

t – число лет.

Логарифмирование выражения для Q дает следующую формулу для расчета срока истощения ресурса:

$$t = \frac{\ln((Q*TP)/(q*100) + 1)}{\ln(1 + TP/100)} \quad (2)$$

Домашнее задание:

Оцените срок истощения природного ресурса при возрастании вдвое прироста объема потребления ресурса.

*Вопросы на самостоятельное изучение*

1. Дайте общую характеристику природным ресурсам.
2. Какое значение для развития цивилизации имеют запасы полезных ископаемых?
3. В чем опасность истощаемости природных ресурсов?

4. Каковы пути сокращения потерь сырья при добыче, обогащении, обработке, транспортировке? Приведите конкретный пример.

5. Рассмотрите карту вашего района. Установите, какие полезные ископаемые здесь добываются, в чем состоят основные меры по их охране.

### **1.1.3. Практическое занятие № 3**

#### **Комплексное использование природных ресурсов. Природно-ресурсный потенциал территории**

##### *1.1.3.1. Ресурсная самодостаточность регионов и интегральный ресурсный потенциал*

Регионы, поставляющие какой-то ключевой ресурс для нужд всей страны, отличаются высоким уровнем интегрированности в общероссийское экономическое пространство. Столь же интегрированным является и положение регионов, ресурсное обеспечение которых в значительной степени происходит за счет других территорий России. Тем самым, как межрегиональный сбыт избытка ресурсов, так и необходимость покрытия их дефицита за счет ввоза, выступают факторами интеграции регионов в единое государство. При этом особый интерес представляет выделение наиболее самодостаточных регионов страны, система природопользования в которых допускает автономное существование с минимальным ввозом и вывозом ресурсов.

*Ресурсная самодостаточность регионов* рассчитывается через потребность каждого региона во ввозе продукции отраслей природопользования (в % к полной потребности в материальных ресурсах) и превышение добычи природных ресурсов над внутрирегиональными потребностями (в % к общему производству товаров). Сумма этих показателей отражает степень вовлеченности хозяйства региона во внутрироссийский обмен природными ресурсами, а степень ресурсной самодостаточности характеризуется величиной производства, не связанного ни с ввозом, ни с вывозом природных ресурсов. Таким образом, появляется возможность объективно оценить реальный потенциал суверенизации отдельных регионов, обусловленный низким уровнем интеграции в общероссийское ресурсное пространство.

В Сахалинской, Архангельской областях и в Норильском промрайоне степень ресурсной самодостаточности материального производства достигает 85-ти процентов. Порядка 80-ти процентов составляет значение этого показателя в Корякском округе, Камчатской, Иркутской, Калининградской и Мурманской областях, республике Коми, Таймырском округе, Приморском крае и северной части Хабаровского. Характерно, что большинство этих регионов являются приморскими. На противоположном фланге по степени интеграции в общероссийское ресурсное пространство находятся Эвенкия, Калмыкия, Ямало-ненецкий округ, внутренние районы Якутии, Кузбасс, Москва, Липецкая, Орловская, Рязанская области, Кабардино-Балкария. Уровень ресурсного самообеспечения производственных комплексов этих регионов, независимого от внешних поставок составляет 55-58 % общей товарной массы. За исключением Ямала ни один регион из этого перечня не имеет прямого выхода к внешней границе страны. Однако и для Ямала пограничное положение является лишь номинальным, поскольку вся транспортная система этого региона действует через континентальные регионы – на полуострове нет ни одного функционирующего морского порта, даже такого как енисейские Игарка и Дудинка, открывающие окно к внешнему миру для Норильского промрайона.

Наличие первичных характеристик по основным категориям природных ресурсов и их использованию позволяет решить задачу комплексной оценки ресурсного потенциала регионов. Синтез интегральных показателей осуществлен на принципах суперпозиции нескольких карт с учетом весовых коэффициентов отражающих лимитирующее значение

ресурса для хозяйственного комплекса страны в целом (в порядке убывания – минеральные, топливные, лесные, аграрные, климатические, экологические, водные и гидроэнергетические) и численность населения, занятого в использовании и переработке разных типов ресурсов для каждого региона.

По комплексу ресурсов к наиболее богатым регионам страны относятся Ханты-Мансийский автономный округ и Сахалинская область.

Чуть ниже этот показатель в Красноярском крае, Ямало-Ненецком и Коми-Пермяцком округах, Томской области, Еврейской автономной области. Наконец, к числу ресурсообеспеченных регионов могут быть отнесены Архангельская, Иркутская области, Коми, Удмуртия, а также группа черноземных регионов – Курская, Белгородская, Липецкая, Орловская, Тамбовская и Ульяновская области.

Минимальной ресурсной обеспеченностью отличается прикаспийская группа регионов России - в первую очередь Калмыкия, а также Дагестан и Астраханская область. Близкий к последним двум регионам уровень дефицитности природных ресурсов имеют северные регионы - Таймырский, Корякский и Ненецкий автономные округа, Мурманская и Магаданская области, а также Оренбургская, Челябинская, Новосибирская области, Бурятия и Тува. Характерно, что и в лидирующей группе и среди аутсайдеров присутствуют как старые, исторически давно освоенные, так и малонаселенные регионы недавнего освоения. Более того, близким ресурсным потенциалом обладают регионы, современное экономическое положение и политическая ориентация населения которых прямо противоположны. Это свидетельствует об отсутствии каких-либо выраженных закономерностей в распределении ресурсного потенциала по территории страны.

По показателю интегральной интенсивности использования ресурсного потенциала лидирующую группу также возглавляет Ханты-Мансийский автономный округ.

Задание 6: Изучить тему «Ресурсная самодостаточность регионов и интегральный ресурсный потенциал». Ответить на вопросы.

1. Что называется ресурсной самодостаточностью регионов?
2. Какие регионы России относятся к самодостаточным? Ответ обоснуйте.
3. К каким регионам относится Рязанская область? Почему?
4. Какие регионы РФ относятся к наиболее богатым по комплексу ресурсов?

Задание 7: На контурной карте Российской Федерации разными цветами отразите:

1. Регионы с различной степенью ресурсной самодостаточности.
2. Регионы с разной степенью обеспеченности природными ресурсами по комплексу ресурсов.

### *1.1.3.2. Природно-ресурсный потенциал России»*

Россия обладает огромным природно-ресурсным потенциалом. На ее территории имеются все виды природных ресурсов, что может полностью обеспечить экономику собственной сырьевой базой. Распределение природных ресурсов по экономическим районам России представлено в таблице 8.

Задание 8:

1. Определите природно-ресурсный потенциал Российской Федерации:
2. Постройте таблицу сравнительной обеспеченности ресурсами различных экономических районов страны.
3. Проанализируйте таблицу и ответьте на вопрос: какие из регионов нашей страны наиболее богаты ресурсами, как в количественном отношении, так и по разнообразию ресурсов?



4. Опишите природно-ресурсный потенциал каждого из экономических регионов России. Какие виды ресурсов сосредоточены в тех или иных регионах. Почему?

Таблица 6 – Распределение разведанных ресурсов по экономическим районам России.

Экономические районы	Нефть и природный газ, млн. т.	Каменный уголь, млн. т.	Железная руда, млн. т.	Запасы древесины, млн. м <sup>3</sup>	Запасы водных ресурсов, млн. м <sup>3</sup>	Площадь земель в обработке, млн. га
Северный	3300	8400	2800	7600	510	1300
Северо-Западный				1665	90	1800
Центральный		3800	100	3040	100	14000
Центрально-Черноземный			31800	180	20	10100
Волго-Вятский				1790	150	6900
Поволжский	4450			570	270	21800
Северо-кавказский	600	6500		580	70	14600
Уральский	3250	2200	9300	4850	130	20300
Западно-сибирский	1200	95700	1900	10795	590	17400
Восточно-Сибирский	52800	66900	5300	29315	1130	7800
Дальневосточный	1900	18100	4400	21260	1810	2700
Всего в РФ	67500	201600	55600	81645	4870	118700

#### **1.1.4. Практическое занятие № 4 Минеральные ресурсы Российской Федерации**

##### *1.1.4.1. Экономическая классификация природных ресурсов*

Большое значение в освоении природных ресурсов имеют экономические факторы, определяющие рентабельность их хозяйственного использования. Так, до сих пор нефть, железомарганцевые конкреции, залегающие на больших глубинах дна Мирового океана, в качестве реальных, доступных ресурсов не рассматриваются, так как их добыча оказывается слишком дорогой и экономически не оправданной. Часто потребности в природном ресурсе полностью блокируются технологической невозможностью их освоения, например, производство энергии на основе управляемого термоядерного синтеза, регулирование климатических процессов или явлений и т. д. Техническое и технологическое несовершенство многих процессов извлечения и переработки природных ресурсов, соображения экономической рентабельности и недостаток знаний об объемах и величинах природного сырья заставляют при определении природно-ресурсных запасов выделять несколько их категорий по степени технической и экономической доступности и изученности:

1. Доступные, или доказанные, или реальные запасы – это объемы природного ресурса, выявленные современными методами разведки или обследования, технически доступные и экономически рентабельные для освоения.

2. Потенциальные, или общие, ресурсы – это ресурсы, установленные на основе теоретических расчетов, рекогносцировочных обследований и включающие помимо точно установленных технически извлекаемых запасов природного сырья или резервов еще и ту их часть, которую в настоящее время освоить нельзя по техническим или экономическим соображениям (например, залежи бурого угля на больших глубинах или пресные воды,

законсервированные в ледниках или глубинных слоях земной коры). Потенциальные ресурсы называют ресурсами будущего, так как их хозяйственное освоение станет возможным только в условиях качественно нового научно-технического развития общества.

По степени достоверности определения запасов они разделяются на категории (таблица 9). В России действует классификация запасов полезных ископаемых с разделением их на категории: А, В, С<sub>1</sub>, С<sub>2</sub>.

К категории А принадлежат детально разведанные запасы полезных ископаемых с точно определенными границами тел полезных ископаемых, их формами и строением.

К категории В относятся предварительно разведанные запасы полезных ископаемых с примерно определенными контурами тел полезных ископаемых, без точного отображения пространственного положения природных типов минерального сырья.

В категорию С<sub>1</sub> включают запасы разведанных месторождений сложного геологического строения, а также слабо разведанные запасы полезных ископаемых на новых площадях, с учетом экстраполяции.

К категории С<sub>2</sub> относятся перспективные запасы.

А, В, С<sub>1</sub> – принадлежат к промышленным; А, В, С<sub>1</sub>, С<sub>2</sub> и прогнозные запасы образуют общегеологические.

**Задание 9:** Изучить экономическую характеристику природных ресурсов. Отметить принцип классификации. Дать заключение о данной характеристике.

#### 1.1.4.2. Ресурсы ЦФО

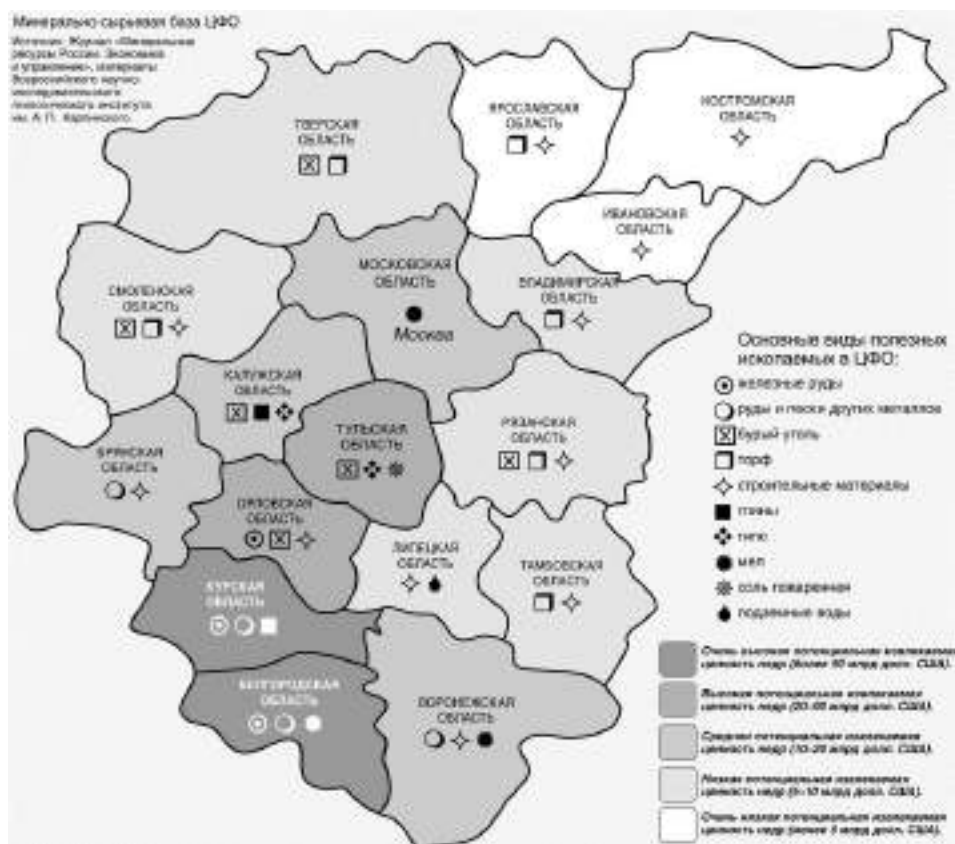


Рисунок 7 – ресурсная обеспеченность Центрального Федерального Округа РФ.

Задание 10: Провести анализ природно-ресурсного потенциала Центрального федерального округа (рисунок 7).

1. Какая из областей отличается наибольшей потенциальностью ценностью недр?
2. Залежи каких полезных ископаемых обнаружены на территории округа?
3. Какова потенциальная комплексная ценность недр Рязанской области? Залежи каких полезных ископаемых обнаружены на территории области?
4. На карте ЦФО отметить ресурсную обеспеченность данного региона.

#### 1.1.4.3. Экономическая оценка месторождений минерального сырья

Задание 11: Произвести годовую экономическую оценку месторождений (таблица 7). Годовая потребность страны в конечной продукции этого вида –  $A_{\text{кон.потр.}} = 11940$  тыс. т/г

Таблица 7 – Данные для расчета экономической эффективности месторождений

Месторождение	$Z_i^3$ , тыс. руб/г	$A_i^{\text{кон}}$ , тыс. т/г
1	39762	1200
2	46501	919
3	25768	961
4	42494	1195
5	30934	1075
6	28588	457
7	57024	1051
8	28540	490
9	43656	1144
10	43138	1054
11	20750	830
12	30954	657
13	35763	1158
14	41073	935

#### Методика расчета:

1. Годовая экономическая оценка месторождений минерального сырья производится по формуле:

$$R = \frac{z_t - s_t}{(1 + E_{\text{нп}})}, \quad (3)$$

где  $z_t$  – ценность годового выпуска продукции, исчисляемая в замыкающих затратах t-го года, тыс. руб/т;

$s_t$  – сумма капитальных и эксплуатационных вложений, осуществляемых в t-м году эксплуатации месторождений ( $s_t = Z_i^3$ ), тыс. руб/т;

$E_{\text{нп}}$  – норматив для приведения разновременных затрат и результатов принимается равным 0,08.

Принимаемые в расчетах замыкающие затраты представляют собой затраты на получение единицы готовой продукции худшего, по природным условиям, из вошедших в план источников, необходимых для удовлетворения потребности общества в данном ресурсе.

2. Определение уровня затрат на получение единицы продукции  $Z_i^3$ :

$$Z_i^* = Z_i^3 / A_i^{кон} \quad (4)$$

где  $Z_i^3$  – приведенные затраты на получение годового объема конечной продукции из ресурса каждого  $i$ -го месторождения, тыс. руб/г;

$A_i^{кон}$  – годовые объемы производства конечной продукции из ресурса каждого  $i$ -го месторождения, тыс. руб/г.

Результаты расчетов занесите таблицу 8.

Очевидно, что худшим по природным условиям источником будет тот источник, у которого затраты на получение единицы продукции будут самые высокие.

Таблица 8– Вспомогательные расчеты

Месторождение	$Z_i^3$ , тыс. руб/г	$A_i^{кон}$ , тыс. т/г	$Z_i^*$ , тыс. руб/тыс. т
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
$\Sigma A_i^{кон}$			

3. Проанализируйте данные и ответьте на вопрос: Какое месторождение отличается наиболее высокими затратами на получение 1 тонны готовой продукции?

4. Рассчитайте затраты на получение годового объема готовой продукции для этого месторождения:

$$Z = Z_{ib} * A_i^{кон} \quad (5)$$

4. Подставьте найденные значения и определите годовой экономической оценки месторождения минерального сырья R:

5. Напишите вывод по годовой экономической оценке данного месторождения.

### 1.1.5. Практическое занятие № 5 Энергетические ресурсы России

#### 1.1.5.1. Обеспеченность России энергоресурсами

Ресурсы нефти и газа по степени их обоснованности подразделяются на перспективные (категория С<sub>3</sub>), прогнозные локализованные (категория D<sub>1</sub> Ioc) и прогнозные (категории D<sub>1</sub> и D<sub>2</sub>).

Категория С<sub>3</sub> – перспективные ресурсы нефти и газа, подготовленные для глубокого бурения ловушек, находящихся в пределах нефтегазоносного района

и оконтуренных проверенными для данного района методами геологических и геофизических исследований, а также не вскрытых бурением пластов разведанных месторождений, если продуктивность их установлена на других месторождениях района. Форма, размер и условия залегания предполагаемой залежи определены в общих чертах по результатам геологических и геофизических исследований, а толщина и коллекторские свойства пластов, состав и свойства нефти или газа принимаются по аналогии с разведанными месторождениями.

Категория  $D_1$  Юс – прогнозные локализованные ресурсы ловушек, выявленных по результатам поисковых геологических и геофизических исследований, находящиеся в пределах районов с установленной или возможной нефтегазоносностью.

Количественная оценка прогнозных локализованных ресурсов реализуется с учетом плотности прогнозных ресурсов категории  $D_1$  и установленной площади выявленного объекта.

Прогнозные локализованные ресурсы нефти и газа используются при планировании геологоразведочных работ по подготовке ловушек к поисковому бурению и подготовке перспективных ресурсов категории СЗ.

Категория  $D_1$  – прогнозные ресурсы нефти и газа литолого-стратиграфических комплексов, оцениваемые в пределах крупных региональных структур с доказанной промышленной нефтегазоносностью.

Количественная оценка прогнозных ресурсов нефти и газа категории  $D_1$  производится по результатам региональных геологических, геофизических и геохимических исследований и по аналогии с разведанными месторождениями в пределах оцениваемого региона.

Категория  $D_2$  – прогнозные ресурсы нефти и газа литолого-стратиграфических комплексов, оцениваемые в пределах крупных региональных структур, промышленная нефтегазоносность которых еще не доказана. Перспективы нефтегазоносности этих комплексов прогнозируются на основе данных геологических, геофизических и геохимических исследований.

Количественная оценка прогнозных ресурсов этой категории производится по предположительным параметрам на основе общих геологических представлений и по аналогии с другими, более изученными регионами, где имеются разведанные месторождения нефти и газа.

По разведанным запасам газа Россия занимает первое место в мире. По состоянию на 1.01.2009 г. запасы свободного газа категорий А + В + С1 в стране достигали 47,8 трлн. куб. м (здесь и далее под свободным газом подразумевается газ свободный и газ газовых шапок), из которых порядка 95 % относятся к категории С1. Более двух третей разведанных запасов свободного газа России сосредоточено на территории Ямало-Ненецкого АО.

Запасы категории С2 достигают 19,7 трлн. куб. м. Таким образом, балансовые запасы природного газа России насчитывают 67,5 трлн. куб. м

Около 62 % балансовых запасов приходится на Западно-Сибирскую НГП, причем 60 % балансовых запасов страны сосредоточено на территории Ямало-Ненецкого АО. В Восточно-Сибирской НГП расположено 12 %, на шельфе арктических и дальневосточных морей – 14 %, Каспийского моря – 1 %. На долю Европейской части России приходится 11% балансовых запасов природного газа страны

Перспективные ресурсы газа категории СЗ достигают 29,8 трлн. куб. м, из которых 7 3% приходится на Западно-Сибирскую НГП. Около 15 % перспективных ресурсов сосредоточены в Восточной Сибири, 4 % приходится на шельф Баренцева моря, 2 % – Каспийского моря и 1 % – Охотского моря. В Европейской части России, в пределах Волго-Уральской, Тимано-Печерской и Северо-Кавказской НГП, расположено до 5 % перспективных ресурсов природного газа России. Доля распределенного фонда в перспективных ресурсах природного газа страны составляет 65 %.

Прогнозные ресурсы природного газа категорий D1 + D2 составляют 121,5 трлн. куб. м. Из них 42 % сосредоточено в Западно-Сибирской и 24 % – в Восточно-Сибирской НГП. Еще около 25 % приходится на шельф арктических и дальневосточных морей (причем 15 % составляют прогнозные ресурсы только Баренцева и Карского морей). В Европейской части России расположено около 7 % прогнозных ресурсов природного газа страны. Все прогнозные ресурсы природного газа относятся к нераспределенному фонду недр.

Задание 12.

1. Постройте гистограмму сравнительной обеспеченности регионов России энергоресурсами. Для выполнения этого задания по данным таблицы 8 рассчитайте обеспеченность регионов России энергоресурсами. Результаты занесите в таблицу 9.

Таблица 9 – Обеспеченность регионов России энергоресурсами

Экономические районы	Обеспеченность регионов России энергоресурсами, млн. т.	Сравнительная обеспеченность регионов России энергоресурсами, % от общероссийской
Северный		
Северо-Западный		
Центральный		
Центрально-Черноземный		
Волго-Вятский		
Поволжский		
Северо-Кавказский		
Уральский		
Западно-Сибирский		
Восточно-Сибирский		
Дальневосточный		
Всего в РФ		100

*1.1.5.2. Комплексная переработка энергоресурсов*

Задание 13: Просмотрите демонстрационный ролик «Что делают из нефти».

1. Зарисуйте схему комплексной нефтепереработки.
2. Постройте таблицу 10 «Ассортимент полимерной продукции». В качестве мономеров использовать такие, как этилен, пропилен, бутадиен.

Таблица 10– Ассортимент полимерной продукции

Мономер	Полимер	Продукция	Применение

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Нефть. Фракции нефти;
2. Использование полимерного сырья в народном хозяйстве;

3. Дайте определение следующим терминам: мономер, полимер, этилен, пропилен, бутадиен, ШФЛУ, попутный нефтяной газ, сухой газ, СУГ, пиролиз, газофракционирование.

### **1.1.6. Практическое занятие № 6 Водные ресурсы РФ**

#### *1.1.6.1. Гидроэнергетические ресурсы и их размещение*

Основными показателями, позволяющими оценить гидроэнергетический потенциал регионов, являются водность рек и наличие значительных перепадов высот рельефа (рисунок 8). Наиболее значительными потенциальными гидроэнергоресурсами располагают регионы средней и восточной Сибири, имеющие горный рельеф, множество малых и средних рек, а также такие речные гиганты, как Енисей, Ангара, Лена, Амур. На остальной территории страны по гидроэнергетическому потенциалу выделяются горные республики Северного Кавказа, западный макросклон Уральского хребта и Кольский полуостров. Минимальным потенциалом располагают засушливые районы юга России и равнин Западной Сибири.

Гидроэнергетический потенциал на значительной части территории страны не используется вообще. В регионах Сибири лишь Ангарский и Енисейский каскады ГЭС позволяют использовать часть потенциала наиболее крупных рек. На остальной территории Сибири использование свободной энергии движения воды имеет лишь точечный характер (Новосибирская, Усть-Хантайская, Зейская, Вилюйская ГЭС и др.). На европейской территории страны максимально возможное количество электроэнергии извлекается в нижнем течении Волги, хотя потенциал гидроэнергетики здесь не столь велик из-за равнинного рельефа. В то же время больший по суммарной мощности, но дисперсно распределенный потенциал рек Кавказа и западного Урала используется слабее. Энергодефицитное хозяйство Приморья вообще не имеет ГЭС, хотя этот регион располагает большими гидроэнергоресурсами. По-видимому это связано с крайним непостоянством режима рек в условиях муссонного климата с регулярно проходящими тайфунами, что ведет к существенному удорожанию строительства в связи с проблемами безопасности.

Плотность населения в равнинных районах обычно выше, чем в горных, поэтому зоны с высоким потенциалом гидроресурсов и территории с наибольшей численностью потенциальных потребителей энергии разнесены в пространстве. Исключение составляет лишь Кавказ. Однако, именно на примере Кавказа видно, что потенциал малых и средних рек недоиспользуется даже при столь редком сочетании благоприятных условий.

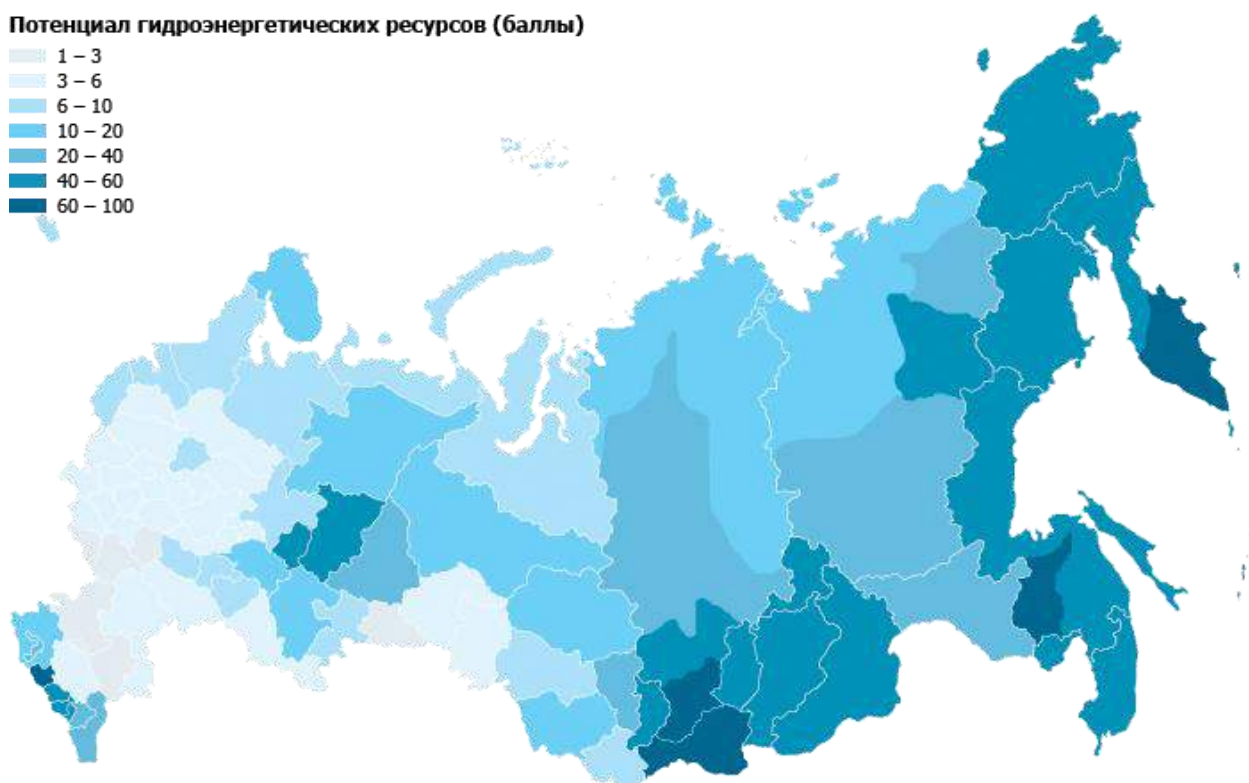


Рисунок 8 – Потенциал гидроэнергетических ресурсов страны.

Число малых рек в России – около 2,5 млн., а суммарный сток превышает 1000 км<sup>3</sup> в год. По оценкам специалистов доступными средствами на малых ГЭС в России можно производить около 500 млрд. кВтч электроэнергии в год. На данный момент в России действует примерно 100 малых ГЭС (в Западной Европе цифра доходит до 6 тыс.) Что касается крупных объектов гидроэнергетики, то настоящее время на территории России работают 102 гидростанции мощностью свыше 100 МВт. Общая установленная мощность гидроагрегатов на ГЭС в России составляет примерно 45 млн. кВт, это 5 место в мире.

Задание 14:

1. Изучить градацию гидроэнергетического потенциала страны.
2. На контурной карте отметить регионы с максимальным и минимальным потенциалом гидроэнергетических ресурсов (рисунок 8).
3. Изучить гидроэнергетический потенциал малых рек сделать заключение о степени используемости потенциала в различных регионах страны (рисунок 9).





Рисунок 9 – Гидроэнергетический потенциал малых рек страны.

#### 1.1.6.2. Публичные выступления по теме

Задание 15: Сделать доклады по разделу «Гидроэнергетический потенциал страны». Тематика и план доклада отражен в разделе 2 «Самостоятельная работа». Доклад снабжается презентацией и сдается в электронном виде.

#### 1.1.7. Практическое занятие № 7 Водоотведение и водопотребление

Основные показатели, характеризующие воздействие промышленности Российской Федерации на окружающую среду и природные ресурсы отражены в таблице 13.

Задание 16: Проведите анализ данных таблицы 13.

1. Провести сравнительный анализ динамики водопотребления и водоотведения. Построить сравнительные гистограммы.

2. Построить таблицу «качество воды, отводимой в водные источники».

3. Провести сравнительный анализ качества отводимых вод.

4. Дать аналитическое заключение об изменении динамики водоотведения и водопотребления по сравнению с 90-ми годами.

5. Ответить на вопросы:

а) Какова динамика экономии свежей воды в 21 в? Изменилась ли она по сравнению с 20-м в.?

б) Воды какого качества занимают наибольшую долю в структуре отводимых вод?

в) Какова динамика оборотного водопользования?

6. Провести сравнительный анализ оборотного водопользования (2008 г к 2003 г., 2008 г. к 1997 г.)

Таблица 11 – Водоотведение и водопотребление

Показатель	Ед. изм.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г. в % к 1996 г.	2008 г. в % к 1997 г.
использовано воды, всего	млн. м <sup>3</sup>	49089	43399	41849	40543,45	39678,99	37937,51	97,9	95,6
объем оборотной и повторно-последовательно используемой воды	млн. м <sup>3</sup>	150674	136544	135586	130793,78	126537,13	120945,4	96,7	95,6
экономия свежей воды	%	77	78	78	78	78	78	100,0	100,0
водоотведение в поверхностные водоемы, всего	млн. м <sup>3</sup>	41112	36567	35536	34558,20	34375,35	33026,22	99,5	96,1
в том числе:									
загрязненных сточных вод	млн. м <sup>3</sup>	10168	8618	8575	7443,94	7335,15	6867,89	98,5	93,6
из них: без очистки	млн. м <sup>3</sup>	2844	2547	2217	2123,22	2304,60	2311,86	108,5	100,3
нормативно чистых	млн. м <sup>3</sup>	29471	26443	23692	26018,13	25966,84	25114,34	99,8	96,7
нормативно очищенных	млн. м <sup>3</sup>	1473	1504	1125	1096,13	1073,35	1043,98	97,9	97,3

### 1.1.8. Практическое занятие № 8 Земельные ресурсы РФ. Структура земельного фонда

#### 1.1.8.1 Общий баланс земель мира. Деградация земель.

##### Задание 17:

1. По данным таблицы 13 рассчитать структуру мирового земельного фонда в % к площади земельного фонда, к площади суши в целом и к площади поверхности планетф. Ответы занести в пустующие графы таблицы.

2. Проанализировать структуру земельного фонда мира. Сделать вывод о наличие продуктивных и непродуктивных земель в структуре мирового фонда. Какова общая площадь сельхозугодий? Построить гистограмму структуры земель.

Таблица 12 – Общий баланс земель мира.

Структура земельного фонда	Общая площадь, млн. га	В % к площади		
		земельного фонда	суши в целом	поверхности планеты
земельный фонд в целом	13392	100,0		
продуктивные земли	8570			
в том числе сельскохозяйственные земли	4559			
из них:				
пашня	1356			
сады и плантации	93			
луга и пастбища	3110			
леса и кустарники	4011			
малопродуктивные земли	2816			
в том числе:				
земли населенных пунктов, промышленности, транспорта	440			
реки, озера, и водохранилища	317			
тундра и лесотундра	734			
болота	400			
пустыни	925			
непродуктивные земли				
в том числе:				
нарушенные человеком земли	450			
пески и овраги	378			
ледники и снежники	1178			
Антарктида	1523			
суша в целом	14915	-	100,0	
Мировой океан	36105	-	-	
поверхность планеты	51020	-	-	100,0

#### 1.1.8.2. Земельные ресурсы России»

Земли, находящиеся в пределах Российской Федерации, составляют земельный фонд страны. Согласно действующему законодательству и сложившейся практике, государственный учет земель в Российской Федерации осуществляется по категориям земель и угодьям.

Целью государственного учета земель является получение систематизированных сведений о количестве, качестве и правовом положении земель в границах территорий, необходимых для принятия управленческих решений, направленных на обеспечение рационального и эффективного использования земель.

Категория земель – это часть земельного фонда, выделяемая по основному целевому назначению и имеющая определенный правовой режим. Отнесение земель к категориям осуществляется согласно действующему законодательству в соответствии с их целевым назначением и правовым режимом.

Действующее законодательство предусматривает 7 категорий земель: земли сельскохозяйственного назначения; земли поселений; земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земли для обеспечения космической деятельности, земли обороны, безопасности и земли иного

специального назначения; земли особо охраняемых территорий и объектов; земли лесного фонда; земли водного фонда; земли запаса.

В соответствии с данными государственной статистической отчетности площадь земельного фонда Российской Федерации на 1 января 2005 года составила 1709,8 млн. га.

Таблица 13 – Распределение земельного фонда Российской Федерации по категориям, млн. га

Наименование категорий земель	на 1 января 2004 г.	на 1 января 2005 г.
земли сельскохозяйственного назначения	393,2	401
земли поселений,	19,1	19,1
в том числе:		
городских поселений	8	7,9
сельских поселений	НД	11,2
земли промышленности и иного специального назначения	17	16,7
земли особо охраняемых территорий и объектов	34,2	34,2
земли лесного фонда	1104	1104,8
земли водного фонда	27,7	27,9
земли запаса	114,6	106,1
итого земель в Российской Федерации	1709,8	1709,8

Земельные угодья являются основным элементом государственного учета земель и подразделяются на сельскохозяйственные и несельскохозяйственные угодья. К сельскохозяйственным угодьям относятся пашня, залежь, сенокосы, пастбища, многолетние насаждения.

Несельскохозяйственные угодья – это земли под поверхностными водными объектами, включая болота, лесные земли и земли под древесно-кустарниковой растительностью, земли застройки, земли под дорогами, нарушенные земли, прочие земли (овраги, пески и т. п.).

Сельскохозяйственные угодья – это земельные угодья, систематически используемые для получения сельскохозяйственной продукции.

Сельскохозяйственные угодья подлежат особой охране. Предоставление их для несельскохозяйственных нужд допускается в исключительных случаях с учетом кадастровой стоимости угодий. В структуре сельскохозяйственных угодий площадь пашни составила 122,1 млн. га, залежи – 4,8 млн. га, многолетних насаждений – 1,8 млн. га, сенокосов – 24,0 млн. га, пастбищ – 68,0 млн. га.

#### Задание 18:

1. Изучить распределение земельного фонда Российской Федерации.
2. Сделать заключение об обеспеченности страны продуктивными землями.
3. Рассчитать процентное соотношение земель разного назначения.
4. Изучить динамику структуры земельного фонда страны.
5. На контурных картах РФ отразить земли сельскохозяйственного назначения.

### **1.1.9. Практическое занятие № 9**

#### **Лесные и биологические ресурсы страны. Сохранение биоразнообразия**

Лесные ресурсы РФ представлены тремя основными категориями, которые в целом занимают 645,9 млн. га, или 89,9 % всей покрытой лесом площади (рисунок 10):

1. *хвойные* (сосна, кедр, ель, пихта, лиственница) – 508,7 млн. га (70,8 %);

2. *мягколиственные* (береза, осина, липа, тополь, ива, ольха) – 119,7 млн. га (16,7 %);

3. *твердолиственные* (береза каменная, дуб, бук, ясень, клен, вяз и другие ильмовые, граб, акация белая, саксаул) – 17,5 млн. га (2,4 %).

Однако, распределение лесных ресурсов крайне неравномерно. Огромные запасы лесных ресурсов имеются в регионах таежной зоны (Иркутская область, Красноярский край, центральная часть Хабаровского края, в на Европейской части страны - Костромская и Новгородская области). К северу и югу от центральной части распределения лесных ресурсов страны наблюдается резкое снижение запасов древесины.

Кроме того, центральная часть России лишилась значительных запасов лесных ресурсов, поскольку вела более активное хозяйственное освоение. Собственно степная зона и тундра являются наиболее лесодефицитными регионами России. На юге страны локальный очаг лесных ресурсов имеется на Кавказе. Минимальное по стране значение имеет лесной ресурс полупустынной Калмыкии. В малолесной зоне юга Европейской части страны объемы использования лесных ресурсов довольно низки.

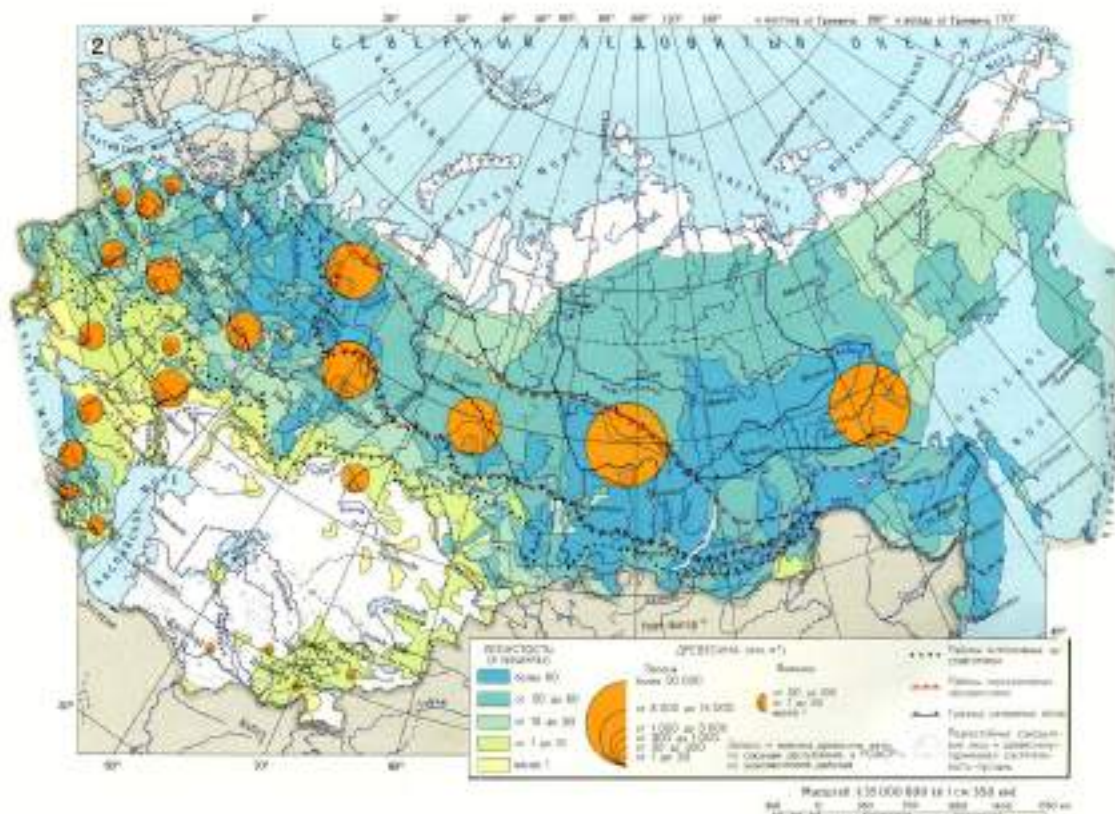


Рисунок 10 – Лесные ресурсы России.

**Задание 19:** Используя картографический материал рисунка 12 на контурной карте Российской Федерации отметить лесистость территории и запасы территории. Вычертить границы районов интенсивных лесозаготовок.

### 1.1.10. Практическое занятие № 10 Ресурсо- и энергосбережение. Альтернативная энергетика

#### 1.1.10.1. Нормативная база ресурсосбережения

**Задание 20.** Изучить ГОСТ 30166-95 Ресурсосбережение. Основные положения. Проанализировать направления его применения. Ответить на вопросы:

1. На чем основаны стандарты по ресурсосбережению?
2. Как устанавливают и контролируют требования по ресурсосбережению?
3. Какие основные принципы стандартизации используются?
4. На какие группы классифицируются требования ресурсосбережения? Какие требования относятся к той или иной группе?

## МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

Ресурсосбережение

### ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Resource conservation . General concepts

Дата введения 2002-01-01

#### *1 Область применения*

Настоящий стандарт является основополагающим и устанавливает цель, задачи, объекты, основные принципы, термины и классификацию групп требований рационального использования и экономного расходования материальных ресурсов на всех стадиях жизненного цикла веществ, материалов, изделий, продукции при проведении работ и оказании услуг юридическим и физическим лицам.

Настоящий стандарт распространяется на все виды деятельности, связанные с добычей, переработкой, транспортированием, хранением, распределением и потреблением материальных ресурсов, объектов.

#### *2 Нормативные ссылки*

В настоящем стандарте использована ссылка на:

ГОСТ 2.101-68 Единая система конструкторской документации. Виды изделий.

#### *3 Общие положения*

3.1 Целью стандартизации в области ресурсосбережения является создание организационно-методической и нормативной основы, необходимой и достаточной для проведения государственной технической политики, направленной на снижение ресурсоемкости получаемого дохода без ухудшения условий экономического развития страны при безусловном обеспечении высоких потребительских свойств продукции.

3.2 Основным назначением работ по стандартизации требований ресурсосбережения является установление в технической документации на всех стадиях жизненного цикла продукции при проведении работ и оказании услуг обоснованного порядка рационального использования и экономного расходования материальных ресурсов, в том числе вторичных.

3.3 Стандарты по ресурсосбережению ориентированы на установление:

- терминологии;
- номенклатуры показателей и порядка внесения показателей ресурсосбережения в техническую документацию на продукцию, технологические процессы, услуги, работы;
- методов определения показателей ресурсосбережения;
- требований метрологического обеспечения ресурсосбережения;
- методов оценки эффективности мероприятий по ресурсосбережению;
- методов прогнозирования тенденций изменения показателей ресурсосбережения.

3.4 Требования ресурсосбережения устанавливают и контролируют:

- по уровням разукрупнения и/или видам продукции (ГОСТ 2.101);
- в рамках функционирования системы обеспечения качества изделий и продукции;
- при проведении работ по сертификации продукции, услуг и систем качества (включая процедуры аттестации технологических процессов, сертификации производств и аккредитации испытательных подразделений);
- при проведении технико-экономических обоснований предпроектных и проектных исследований;
- при проведении эколого-экономических экспертиз.

3.5 Соответствие требованиям ресурсосбережения может быть подтверждено в ходе:

- квалификационных испытаний;
- типовых испытаний при изменении конструкции и технологии изготовления изделий;
- разовых проверок;
- экспертных исследований;
- специальных исследований кредитно-финансового, социально-демографического, природоохранного и других секторов национальной экономики.

3.6 Объектами стандартизации требований ресурсосбережения являются все виды деятельности, связанные с добычей, переработкой, транспортированием, хранением, распределением, потреблением объектами материальных ресурсов, с утилизацией техногенных отходов, сбросов и выбросов (биосферозагрязнителей) на стадии избавления от них при ликвидации объектов.

3.7 Наименования стандартов в обеспечение рационального использования и экономного расходования ресурсов должны начинаться со слова «Ресурсосбережение», что обеспечит удобство информатизации проблемы на федеральном, региональных и местных уровнях.

#### *4 Принципы стандартизации требований ресурсосбережения*

4.1 Стандартизация требований ресурсосбережения базируется на следующих основных принципах.

**Принцип системности.** Все виды ресурсоиспользующих объектов (включая изделия от комплектующих до сборных, процессы и т.п.) имеют тенденцию к объединению в системы, т. е. во взаимосвязанные множества с иерархическим охватом объектов материальными, энергетическими, информационными, организационными и иными связями, показателями (критериями) нормативного обеспечения, способные выступать как единое сложное целое, результат функционирования которого не равен сумме результатов функционирования частей.

Этот принцип охватывает как уровни разукрупнения (виды) объектов, так и уровни управления ресурсоиспользованием и ресурсосбережением, включая законы, прогнозы, планы, программы, стандарты, конкретные нормативы.

**Принцип комплексности.** Все виды ресурсообразующих и ресурсоиспользующих процессов являются результатом организованной и установленной в технической документации последовательности действий определенного рода, охватываемых нормативным обеспечением путем установления гибких, информативных, конкретных качественных и количественных требований по всем стадиям жизненного цикла объектов.

**Принцип рациональности ограничений.** Нормативное обеспечение процессов создания и использования ресурсов любого вида должно быть направлено на уменьшение его исчерпания, что достигается путем рационализации способов добычи, обогащения, транспортированием, переработки, замены и использования с учетом экологической безопасности и тенденций развития технологий обеспечения заданных уровней качества изделий.

**Принцип взаимосвязанности.** Стандартизация требований ресурсосбережения неотделима от общих проблем нормативного обеспечения ресурсоиспользования, качества объектов, а также от стандартизации требований экологичности, безопасности, совместимости, взаимозаменяемости, коммуникативности, информатизации технологических процессов и технических средств.

**Принцип непрерывности.** Прогнозирование, планирование, реализация и оценка результатов нормативного обеспечения требований ресурсосбережения и ресурсоиспользования должны осуществляться постоянно в непрерывном или дискретном режимах, обусловленных спецификой видов ресурсов, методов их добычи, преобразования и применения на стадиях жизненного цикла объектов.

Принцип конъюнктурности. Ценовая политика, включая обоснование горной и земельной ренты, кредитные и страховые преимущества, налоговые льготы и ограничения должны отражать в своей совокупности меняющуюся структуру информационных потоков о запасах ресурсов, возможностях их получения и использования, о приоритетах развития техники и технологии, об экологических ограничениях и требованиях безопасности.

Принцип обязательности. Обязательным является обеспечение требований рационального использования и экономного расходования ресурсов на всех стадиях жизненного цикла изделий и объектов.

4.2 Каждый из указанных принципов предусматривает внесение обязательных и рекомендуемых требований в стандарты, конструкторскую и технологическую документацию, планы и программы деятельности на любом уровне управления и производства.

#### *5 Классификация групп требований ресурсосбережения*

5.1 Требования ресурсосбережения подразделяют на три группы.

К первой группе относят требования ресурсосодержания, определяющие совершенство процессов, продукции, работ и услуг, например по составу и количеству использованных материалов, массе, габаритам, объему изделия и т. д.

Ко второй группе относят требования ресурсоемкости (по технологичности), определяющие возможность достижения оптимальных затрат ресурсов при изготовлении, ремонте и утилизации продукции, а также выполнении различных работ и оказании услуг с учетом требований экологической безопасности.

К третьей группе относят требования ресурсоэкономичности изделия, определяющие возможность достижения оптимальных затрат ресурсов при эксплуатации, ремонте и утилизации продукции, а также при выполнении работ и оказании услуг.

5.2 Указанные группы требований взаимосвязаны при:

- разработке продукции, планировании работ и услуг (устанавливают проектные требования ресурсосодержания и ресурсоэкономичности, рекомендации по ресурсоемкости);
- изготовлении продукции, выполнении работ и оказании услуг (устанавливают уточненные (контрольные) требования ресурсоемкости (по технологичности);
- эксплуатации продукции и выполнении работ и оказании услуг (устанавливают уточненные (контрольные) требования ресурсоэкономичности и ресурсоемкости);
- утилизации продукции (устанавливают требования ресурсоемкости и ресурсоэкономичности).

#### Задание для самостоятельной работы

Изучить нижеперечисленные стандарты ресурсосбережения. Письменно отметить основные моменты стандартов, их область применения и назначение.

1. ГОСТ Р 51769-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Документирование и регулирование деятельности по обращению с отходами производства и потребления. Основные положения.

2. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов. Основные положения.

3. ГОСТ Р 52108-2003 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Основные положения.

4. ГОСТ Р 52105-2003 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация и методы переработки ртутьсодержащих отходов. Основные положения.

5. ГОСТ Р 52107-2003 Ресурсосбережение. Классификация и определение показателей.



### 1.1.10.2. Традиционные и альтернативные источники энергии»

В современном мире, с растущими показателями потребления и как следствие – ограниченными энергоресурсами, стремительные обороты набирает развитие технологий добычи энергии из альтернативных, возобновляемых источников. К таким источникам относятся, в первую очередь, солнечная и ветровая энергии, геотермальное тепло, энергия морских волн и приливов (рисунок 11).



Рисунок 11 – Традиционные и альтернативные источники энергии (С.Б.Лавров, Ю.Н.Гладкий, 1997).

Такие альтернативные источники энергии, как энергия солнечного света и ветра используются для энергоснабжения и нагрева воды, геотермальное тепло земли – для отопления и кондиционирования зданий. Преобразование солнечной энергии в электрическую происходит при помощи фотоэлектрических пластин из кремния – самого распространенного элемента на планете. Солнечные батареи, на основе кремниевых пластин имеют продолжительный ресурс жизни – более 25 лет и, в зависимости от технологии производства, сохраняют до 80 % своей эффективности в течении всего ресурса. Количество энергии, получаемой от солнечных батарей, различается и напрямую зависит от месторасположения и солнечной активности в различные сезоны года. Эффективность преобразования энергии у солнечных батарей достигает 20% и зависит от технологии их производства и чистоты кремния. Технология стремительно развивается и показатель эффективности постоянно растет.

Эксплуатация ветро-установок (ветрогенераторов) для получения электричества, целесообразна в районах с высоким значением средней скорости ветра или в периоды низкой солнечной активности. Эффективность преобразования энергии ветра не уступает

эффективности гелиоустановок, но зависит от точки расположения объекта и корректно рассчитанного потенциала местности.

Широко используется для отопления зданий и геотермальное тепло земли. Тепловые насосы позволяют получать тепло окружающей среды: земли, воды или воздуха. В зимний период геотермальное тепло используется для отопления зданий, а в летние месяцы позволяет эффективно отводить тепло, производя кондиционирование.

Задание 20:

1. Перечертить схему «Традиционные и альтернативные источники энергии»;
2. Отметить какие альтернативные виды энергии используются в России и за рубежом.

### **1.1.11. Практическое занятие № 11 Управление природопользованием**

#### *1.1.11. Схема принятия решений при использовании природных ресурсов»*

*Схема принятия решений* это последовательность мыслительных операций, которые нужно предпринять для того, чтобы достичь определенной цели. При этом достичь цели нужно не любой ценой, а выполнить определенные условия, которые называются критериями эффективности.

Для того чтобы начать использовать тот или иной ресурс необходимо знать, сколько или насколько он нужен пользователю ( $S_i$ ). Пользователем всегда выступает живое существо – растение, животное или человек.

Зная сколько необходимо ресурса можно сопоставить эту величину с количеством имеющегося ресурса ( $R_i$ ) и определить необходимые действия ( $? R_i = R_i - S_i$ ).

Здесь принципиально могут возникнуть два случая. Первый, когда ресурса хватает ( $? R_i > 0$ ) и второй, когда ресурса не хватает ( $?R_i < 0$ ) (рисунок 12).

В первом случае необходимо бережно, рационально использовать этот ресурс, а во втором повышать доступность ресурса, либо путем поиска новых месторождений, либо путем природообустройства.

Мероприятия по рациональному природопользованию или природообустройству должны быть эффективными и безопасными. В качестве критериев эффективности могут быть выбраны – *экономическая эффективность и социальная эффективность*.

Безопасность природопользования можно рассматривать с двух позиций: *экологическая безопасность и нравственная безопасность*.

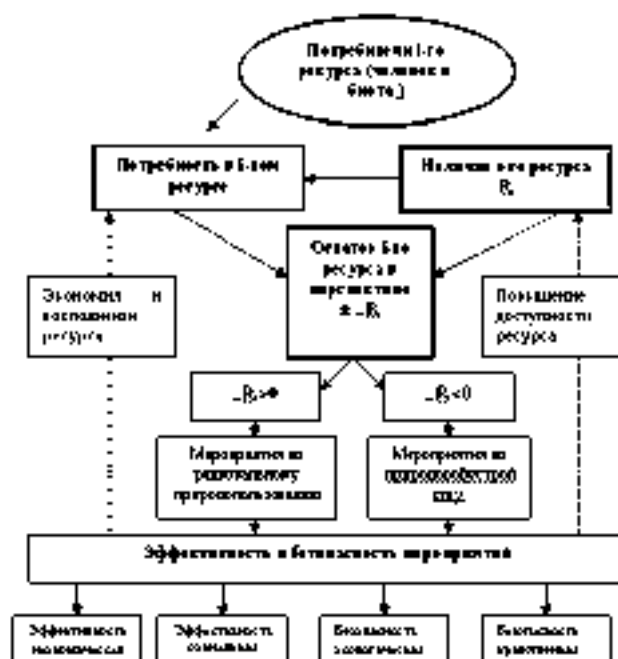


Рисунок 12 – Схема принятия решений.

Задание 21:

1. Рассмотреть схему принятия решений при использовании природных ресурсов.
2. Описать механизм принятия решений при добыче нефти.
3. Дать определение понятий «экономическая эффективность», «социальная эффективность», «экологическая безопасность», «нравственная безопасность».

**1.1.12. Практическое занятие № 12**

**Система учета природных ресурсов в России. Кадастры и реестры природных ресурсов.**

Одним из важнейших аспектов природопользования, контроля состояния и количества природных ресурсов является проблема их учета. Учет природных ресурсов основан на природной классификации и построен в форме кадастров. Необходимость ведения кадастров определена Законом РФ «Об охране окружающей природной среды».

*Кадастр* – это свод экономических, экологических, организационных, юридических и технических показателей, который характеризует количество, качество и местоположение природных ресурсов, а также состав и категории природопользователей.

Кадастровые сведения лежат в основе рационального природопользования, охраны биосферы и экономики природопользования. На их базе осуществляется денежная оценка природных ресурсов, системы мер по восстановлению и оздоровлению окружающей среды. Ввиду разнообразия природных ресурсов единого кадастра не существует. Есть система отраслевых кадастров отдельных природных ресурсов, которые ведутся государственными ведомствами, и комплексные территориальные кадастры природных ресурсов.

Одним из наиболее широко и длительно используемых является *земельный кадастр*. В настоящее время человечество освоило более половины территории суши. Около 4 % поверхности Земли занято городами, промышленными объектами и дорогами; 13% – пашнями и садами; 25 % – пастбищами и лугами; 5 % – искусственными лесонасаждениями. Государственным земельным кадастром все земли РФ целевым назначением разделяются на 7 категорий:

1. сельскохозяйственного назначения;
2. земли населенных пунктов (как городских, так и сельских);
3. земли промышленности, транспорта, связи, обороны иного назначения;
4. особо охраняемых территорий (природно-охранного назначения, природно-заповедного, оздоровительного, рекреационного, историко-культурного);
5. лесного фонда;
6. водного фонда;
7. земли запаса.

Земли РФ находятся в ведении Федеральной службы земельного кадастра, которая выполняет следующие функции:

разрабатывает предложения по управлению земельными ресурсами;

- ведет земельный кадастр и кадастр объектов недвижимости;

- определяет состав правоустанавливающих документов;

- осуществляет кадастровое деление России и присваивает кадастровые номера;

осуществляет выдачу планов земельных участков; проводит инвентаризацию

земель;

участвует в подготовке материалов по определению границ субъектов Федерации и муниципальных образований;

- осуществляет земельно-строительную экспертизу инвестиционных проектов;

ведет мониторинг земель;

выявляет деградированные и загрязненные земли;

ежегодно составляет государственный доклад по состоянию земель РФ.

Определенные полномочия по государственному управлению землями возложены на Министерство сельского хозяйства РФ.

*Государственный кадастр месторождений и проявлений полезных ископаемых* и государственный баланс запасов полезных ископаемых – один из наиболее важных и длительно ведущихся кадастров, значение которого возрастает с каждым годом. Ежегодно в мире добывают около 100 млрд м полезных ископаемых. Если общая масса переработанных горных пород до начала XX в. не превышала 50 млрд т, то сейчас она составляет 100 млрд т в год. Этот объем втрое больше, чем масса горных пород, транспортируемых по поверхности Земли за счет естественных процессов.

Главной характеристикой полезных ископаемых, которая отражается в кадастровой информации, является их потенциальная экономическая эффективность. Она зависит от условий залегания, качества и территориального размещения сырьевых запасов. Указанные факторы определяют размеры затрат на промышленное освоение, вовлечение и использование минеральных ресурсов. Расчет оценки стоимости природных ресурсов связан с затратами на их освоение (воспроизводство) и эффектом от их эксплуатации (учет ренты). Государственный кадастр месторождений полезных ископаемых и баланс запасов ведутся Федеральным агентством по недропользованию, входящим в состав Министерства природных ресурсов (ранее Министерством геологии) РФ на основе информации, представленной территориальными геологическими предприятиями.

*Государственный водный кадастр* осуществляет учет и контроль компонентов гидросферы. Экологическая функция вод состоит в обеспечении естественных условий жизни на Земле. Экономическая функция вод выражается в том, что они являются важнейшим энергетическим и транспортным ресурсом, обязательным фактором промышленного и сельскохозяйственного производства. По характеру использования вод все современные отрасли хозяйства делятся на водопотребители и водопользователей.

*Водопотребители* – это отрасли, которые изымают воду из естественных источников для потребления, выработки различной продукции, возвращая ее в другое место и в другом качестве (промышленность, сельское хозяйство, коммунальное хозяйство и др.).

*Водопользователи* – это отрасли, которые не изымают воду из естественных условий, а используют как элемент ландшафта, среду или энергию потока (рыболовство, судоходство, гидроэнергетика и др.).

По масштабам изъятия воды 1-е место занимает сельское хозяйство – 60-70 % (причем до 60 % безвозвратно); 2-е место – промышленность и энергетика – 20-30 %; 3-е место — коммунальное хозяйство – 10 %. Ведущая роль сельского хозяйства как водопотребителя является не столько следствием географического положения и климата, сколько нерационального использования водных ресурсов. В бывшем СССР до 70 % воды не доходило до сельхозугодий, а из той воды, что доходила, эффективно использовалось лишь 10-20 %. Ярким примером нерационального использования водных ресурсов является бассейн усыхающего Аральского моря.

Государственный учет поверхностных и подземных вод и ведение водного кадастра осуществляются Федеральным агентством водных ресурсов Министерства природных ресурсов, с участием Государственной службы наблюдения Комитета по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), а по подземным водным объектам – Федеральным агентством по недропользованию.

*Государственный водный кадастр* представляет собой свод сведений о водных объектах, их ресурсах, водопользователях и состоянии. На основании материалов водного кадастра определяют целевое использование вод, производят паспортизацию водных объектов, изъятие из хозяйственного оборота, для наиболее ценных вводятся ограничительные меры по водопользованию с целью охраны водоисточника.

*Государственный лесной кадастр* ведется Федеральным агентством лесного хозяйства Министерства природных ресурсов РФ. Лесной кадастр содержит сведения о правовом режиме лесного фонда, о количественной и качественной оценке состояния лесов, о групповом подразделении и категории лесов, об их защищенности. Данные лесного кадастра используются для оценки экологической и экономической значимости лесов при выборе сырьевой базы для заготовки древесины, для проведения лесовосстановительных работ, замены малопродуктивных лесных угодий высокопродуктивными. Государственный учет лесного фонда проводится раз в 5 лет.

*Реестр охотничьих животных* ведет Управление охоты и охотничьего хозяйства, которое находится в ведении Министерства сельского хозяйства. На основании этого реестра проводится количественный и качественный учет животных охотничьего фонда, устанавливаются ограничения на охоту или выдаются лицензии, обобщается информация о хозяйственном использовании диких животных и т. д.

*Реестр рыбных запасов* находится в ведении Комитета по рыболовству. В нем отражаются количественные и качественные характеристики рыбных запасов в водоемах, сведения об их географическом распространении, динамике и другие.

Опыт хозяйствования в регионах показал, что ведения отраслевых кадастров недостаточно для рационального природопользования в рамках отдельных территорий. Необходимо построение новой информационной системы о природных ресурсах на территории РФ. Эта новая система получила название «комплексные территориальные кадастры природных ресурсов» (КТКПР).

В соответствии с разработками Министерства природных ресурсов (1994) концепция комплексного управления природопользованием в регионах определяет комплексным кадастрам природных ресурсов следующее место в экологическом механизме:

- ведение комплексных территориальных кадастров природных ресурсов позволяет трансформировать имеющуюся характеристику о качественных и количественных показателях отдельных ресурсов на конкретных территориях для их экономической оценки с учетом спроса, экологической обстановки и социальноэкономических задач развития регионов;

- на основе кадастровых оценок принимаются решения о приоритетах

использования тех или иных ресурсов конкретных территорий, после чего устанавливаются региональные лимиты их использования;

- лимиты использования природных ресурсов и воздействия на окружающую среду формируют основу тех требований и ограничений, которые фиксируются в лицензиях, выдаваемых каждому природопользователю после экспертизы его намечающейся или ведущейся деятельности; на основе выбранных приоритетов использования природно-ресурсного потенциала территории и оценки его состояния определяется плата за пользование природными ресурсами, стимулирующая их рациональное использование и соблюдение экологической безопасности в регионе.

КТКПР предназначены для обеспечения государственных и муниципальных органов власти, инвесторов и природопользователей информацией, необходимой для:

- разработки стратегии, устойчивого социально-экономического развития территории;
- гармонизации природно-ресурсных отношений между городскими и окружающими их сельскими территориями;
- выравнивания социально-экономического развития территории в пределах субъекта РФ;
- поиска стратегических путей направления инвестиций на территории субъекта РФ, гарантирующих неистощительное использование природного потенциала.

Задание 22: Изучите систему кадастров в Российской Федерации. Ответьте на вопросы:

1. На основе чего проводится учет природных ресурсов в России?
2. Дайте определение термину «кадастр».
3. Какие виды отраслевых кадастров существуют?
4. Как подразделяются современные отрасли народного хозяйства по характеру использования вод?
5. Назначение комплексных территориальных кадастров природных ресурсов.

## 1.2. Основы природобустройства

### 1.2.1 Практическое занятие № 13

#### **Деграляция земель. Методы восстановления деградированных земель**

*Деграляция земель* – это совокупность процессов, которые приводят к изменению функций почвы, количественному и качественному ухудшению её свойств, постепенному ухудшению и утрате плодородия.

Выделяются следующие наиболее существенные типы деградации почв:

- технологическая (в результате долгого использования);
- эрозия почвы;
- засоление;
- заболачивание;
- загрязнение почв;
- опустынивание.

Крайней степенью деградации почв является уничтожение почвенного покрова.

Деграляция земель в 20-м веке ускорилась из-за возрастающего общего давления со стороны производства сельскохозяйственных культур и домашнего скота (чрезмерного возделывания, чрезмерного выпаса, конверсии лесов), урбанизации, вырубки лесов и экстремальных погодных явлений, таких как засухи и засоление прибрежных земель, заливаемых волнами. Опустынивание является формой деградации земель, в процессе которой плодородные земли превращаются в пустыни.

Задание 23:

1. По данным таблицы 16 дать аналитическую сводку о степени и географическом распространении деградации земель.

2. Изучить общее количество деградированных земель в мире, построить гистограмму распределения деградированных земель по регионам Земли (в % от отбей площади).

3. Проанализировать причины деградации земель. Дать аналитическое заключение о причинах деградации в различных регионах земного шара.

4. Оценить степень деградации земель. Построить сравнительный график степени деградации земель в регионах мира.

Таблица 15. – Деградация земель мира

Показатель	Северная Америка	Центральная Америка	Южная Америка	Европа	Австралия	Азия	Африка	Весь мир
общая земельная площадь, млн. га	1885	306	1768	950	882	4256	2966	13013
земли, деградировавшие из-за антропогенного воздействия, млн. га	95	63	243	219	103	747	494	1964
% общей площади	5,0	20,0	13,7	23,1	11,7	17,6	16,7	15,1
виды деградации (% деградировавшей площади):								
водная эрозия	63,0	74,0	50,6	52,3	81,0	59,0	46,0	55,6
ветровая эрозия	36,0	7,0	17,2	19,3	16,0	30,0	38,0	27,9
химическая деградация	-	11,0	28,8	11,8	1,0	10,0	12,0	12,2
физическая деградация	1,0	8,0	3,2	16,6	2,0	2,0	4,0	4,2
степень деградации (% деградировавшей площади):								
легкая	18,0	3,0	43,1	27,7	94,0	39,0	35,1	38,1
умеренная	81,0	56,0	46,6	66,0	4,0	46,0	38,9	46,4
высокая и очень высокая	1,0	41,0	10,3	6,3	2,0	15,0	26,0	15,6
факторы деградации(% деградировавшей площади):								
обезлесенье	11,4	41,2	37,9	11,7		39,9	13,6	29,5
перевыпас	24,1	27,6	22,8	80,5	26,5	49,1	34,5	
нерациональное земледелие	57,5	26,3	29,2	7,8	27,3	24,5	28,1	
сверхэксплуатация	7,0	4,9	0,5		6,2	12,8	6,8	
биопромышленная деятельность	< 0.1	-	9,6	-	0,1	-	1,2	

Задание 24. Изучить методику определения размеров ущерба от деградации почв и земель. Ответить на вопросы:

1. Для чего предназначена данная методика?
2. Что представляет собой деградация земель?
3. Какие типы деградации выделяют согласно методике?
4. Что такое технологическая и физическая деградация?
5. Что такое агроистощение земель? В силу каких причин оно происходит?
6. Какие существуют степени деградации земель? Чем они характеризуются?
7. Каким образом определяется размер ущерба от деградации земель? От чего зависит величина ущерба?

## МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРОВ УЩЕРБА ОТ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ И ЗЕМЕЛЬ

### *I. Общие положения*

1.1. Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель разработана в соответствии с Законом РСФСР «Об охране окружающей природной среды» и Постановлением Правительства Российской Федерации от 5 августа 1992 г. № 555 «Об утверждении Положения о порядке консервации деградированных сельскохозяйственных угодий и земель, загрязненных токсичными промышленными отходами и радиоактивными веществами».

1.2. Методика предназначена для использования органами системы Минприроды России и Роскомзема при определении размеров ущерба от деградации почв и земель всех категорий основного целевого назначения. Методика используется в дополнение к «Положению о порядке возмещения убытков собственникам земли, землевладельцам, землепользователям, арендаторам и потерь сельскохозяйственного производства», утвержденному Постановлением Совета Министров – Правительства Российской Федерации от 28 января 1993 г. № 77.

1.3. Дополнения и изменения в настоящий документ могут вноситься совместно Минприроды России и Роскомземом по согласованию с Минсельхозпродом России и по предложениям заинтересованных министерств и ведомств.

1.4. При определении размера ущерба используются данные почвенных, агрохимических, геоботанических, почвенно-мелиоративных, геологических и других необходимых обследований, выполненных предприятиями, организациями и лицами, получившими в установленном Минприроды России и Роскомземом порядке лицензии на проведение обследований по выявлению деградированных земель.

1.5. Выявление деградированных почв и земель осуществляется с учетом требований нормативных документов, приведенных в Приложении 1 к настоящей Методике.

### *II. Определение степени деградации почв и земель*

2.1. Деградация почв и земель представляет собой совокупность природных и антропогенных процессов, приводящих к изменению функций почв, количественному и качественному ухудшению их состава и свойств, снижению природно-хозяйственной значимости земель.

2.2. Под степенью деградации (деградированности) почв и земель понимается характеристика их состояния, отражающая ухудшение состава и свойств. Крайней степенью деградации является уничтожение почвенного покрова и порча земель.

2.3. Выделяются следующие основные типы деградации почв и земель:

- технологическая (эксплуатационная) деградация, в т. ч.: нарушение земель; физическая деградация; агроистощение;
- эрозия, в т. ч.: водная;



ветровая;

- засоление, в т. ч.: собственно засоление; осолонцевание;

- заболачивание.

2.4. Под технологической деградацией понимается ухудшение свойств почв, их физического состояния и агрономических характеристик, которое происходит в результате эксплуатационных нагрузок при всех видах землепользования.

Нарушение земель представляет собой механическое разрушение почвенного покрова и обусловлено открытыми и закрытыми разработками полезных ископаемых и торфа; строительными и геолого-разведочными работами и др. К нарушенным землям относятся все земли со снятым или перекрытым гумусовым горизонтом и непригодные для использования без предварительного восстановления плодородия, т. е. земли, утратившие в связи с их нарушением первоначальную ценность.

Физическая деградация почв характеризуется нарушением (деформацией) сложения почв, ухудшением комплекса их физических свойств.

Агроистощение почв представляет собой потерю почвенного плодородия в результате сельскохозяйственной деятельности. Агроистощение почв, как правило, сопровождается физической деградацией почв вплоть до полного разрушения почвенного покрова.

2.5. Эрозия представляет собой разрушение почвенного покрова под действием поверхностного стока и ветра с последующим перемещением и переотложением почвенного материала.

Водная эрозия представляет собой разрушение почвенного покрова под действием поверхностного стока. Выделяется плоскостная и линейная эрозия.

Плоскостная эрозия проявляется в виде смывости поверхностных горизонтов (слоев) почв.

Линейная (овражная) эрозия представляет собой размыв почв и подстилающих пород, проявляющихся в виде формирования различного рода промоин и оврагов.

Под ветровой эрозией понимается захват и перенос частиц поверхностных слоев почв ветровыми потоками, приводящие к разрушению почвенного покрова.

2.6. Засоление почв и земель представляет собой процесс накопления водорастворимых солей, включая и накопление в почвенном поглощающем комплексе ионов натрия и магния.

Собственно засоление – это избыточное накопление водорастворимых солей и возможное изменение реакции среды вследствие изменения их катионно-анионного состава.

Осолонцевание представляет собой приобретение почвой специфических свойств, обусловленное вхождением ионов натрия и магния в почвенный поглощающий комплекс.

2.7. Под заболачиванием понимается изменение водного режима, выражающееся в длительном переувлажнении, подтоплении и затоплении почв и земель.

2.8. Для оценки степени деградации почв и земель используются индикаторные показатели, по которым установлены пороговые значения для определения потери природно-хозяйственной значимости земель. При этом необходимо введение дополнительных показателей, более полно характеризующих деградацию почв и земель.

2.9. Деградация почв и земель по каждому индикаторному показателю характеризуется пятью степенями:

0 – недеградированные (ненарушенные);

1 – слабдеградированные;

2 – среднедеградированные;

3 – сильнодеградированные;

4 – очень сильнодеградированные (разрушенные).

2.10. Установление степени деградации почв и земель возможно по любому из предложенных индикаторных и/или дополнительных показателей. При наличии двух и более существенных изменений индикаторных показателей оценка степени деградации почв и земель проводится по показателю, устанавливающему максимальную степень.

### *III. Порядок расчета размера ущерба от деградации почв и земель*

3.1. Определение размера ущерба от деградации почв и земель осуществляется на основании результатов обследований, проводимых по инициативе территориальных органов Минприроды России и Роскомзема или по заявлениям физических и юридических лиц.

3.2. В основу расчета ущерба от деградации почв и земель положены нормативы стоимости, определяющие возмещение убытков за изъятие участков земель и регламентируемые «Положением о порядке возмещения убытков собственникам земли, землевладельцам, землепользователям, арендаторам и потерь сельскохозяйственного производства», утвержденным Постановлением Совета Министров – Правительства Российской Федерации от 28 января 1993 г. № 77. Указанные нормативы, определенные по состоянию на 1 ноября 1992 года, индексируются Роскомземом с использованием данных государственной статистики об индексации цен и изменяются с момента утверждения Правительством Российской Федерации новых нормативов стоимости земель.

3.3. При деградации почв и земель в пределах особо охраняемых территорий органами исполнительной власти краев, областей, автономных образований, городов Москвы и Санкт-Петербурга могут вводиться повышающие коэффициенты (Кп) к нормативам стоимости.

3.4. Коэффициенты экологической ситуации и экологической значимости территории (Кэ), вводятся для учета суммарного воздействия, оказываемого деградацией почв и земель на экологическую обстановку.

Территориальные органы Минприроды России и Роскомзема совместным решением осуществляют корректировку коэффициентов, а также вводят необходимые показатели по типам деградации почв и земель исходя из природно-климатических условий.

3.5. При расчете размеров ущерба от деградации почв и земель, нанесенного их собственнику, учитывается потеря ежегодного дохода (Дх), который исчисляется по фактическим объемам производства в натуральном выражении в среднем за 5 лет и ценам, действующим на момент определения размеров ущерба. Размер ежегодного дохода рассчитывается с привлечением данных налоговых инспекций и в необходимых случаях корректируется в расчете на предстоящий период в соответствии со сложившимися темпами инфляции. В зависимости от периода времени по восстановлению деградированных почв и земель, которое устанавливается землеустроительным проектом, вводится коэффициент пересчета (Кв).

3.6. Для определения размера ущерба в зависимости от изменения степени деградации почв и земель вводятся пересчетные коэффициенты (Кс).

3.7. При проведении обследований по выявлению деградированных почв и земель определяются площади, а также изменение степени их деградации:

а) в качестве исходных материалов используются данные почвенных, агрохимических, почвенно-эрозионных обследований, солевых и других съемок, проведенных предприятиями, организациями и гражданами, имеющими соответствующие лицензии, в сопоставлении с данными предыдущих обследований и съемок;

б) на план землепользования (выкопировку) наносятся контуры угодий в зависимости от изменения степени деградации почв и земель с выделением на них почвенных разновидностей, взятых с почвенной карты;

в) вычисляются площади контуров почвенных разновидностей;

г) результаты оформляются по форме, приведенной в Приложении 3 , и доводятся до сведения собственников земли, землевладельцев, землепользователей и арендаторов;  
 д) в пределах типа и подтипа почв по нормативам определяется размер нанесенного ущерба по каждому контуру деградированных угодий.

3.8. Размер ущерба рассчитывается для каждого контура деградированных почв и земель по формуле:

$$Ущ = Нс \times S \times Кэ \times Кс \times Кп + Дх \times S \times Кв, \quad (6)$$

где Ущ – размер ущерба от деградации почв и земель (тыс. руб.);

Не – норматив стоимости ;

Дх – годовой доход с единицы площади (тыс. руб.);

S – площадь деградированных почв и земель (га);

Кэ – коэффициент экологической ситуации территории;

Кв – коэффициент пересчета в зависимости от периода времени по восстановлению деградированных почв и земель;

Кс – коэффициент пересчета в зависимости от изменения степени деградации почв и земель;

Кп – коэффициент для особо охраняемых территорий.

## 1.2.2. Практическое занятие № 14 Гумус. Баланс гумуса

### 1.2.2.1. Биотический круговорот веществ»

Ежегодное продуцирование биомассы (Б) в разных природных зонах можно определить в зависимости от степени благоприятности климата (CL), то есть от степени оптимальности тепло- и влагообеспеченности и индекса плодородия почвы (S), отражающего его свойства, т/(га·год),

$$Б = CL \cdot S \quad (7)$$

который оценивают по запасам гумуса, его качеству (по соотношению гуматной  $G_{ГН}$  и фульватной  $G_{ФК}$  его частей), по запасам основных биогенов NPK и по гидролитической кислотности почвы  $H_{Г}$ :

$$S = 0,0107(G_{ГН} + 0,2G_{ФК}) + 8,5 \cdot \sqrt[3]{NPK} + 5,1 \exp(-0,25|H_{Г} - 1|), \quad (8)$$

где S – индекс плодородия почвы, выраженный в годовой продуктивности биомассы;

$G_{ГН}$  и  $G_{ФК}$  – запасы гуматного и фульватного гумуса во всем почвенном слое, т/га;

NPK – содержание доступных форм азота, фосфора и калия, доли от максимально возможного их содержания в данной почве;

$H_{Г}$  – гидролитическая кислотность почвы, мг·экв/100 г сухой почвы, она проявляется при взаимодействии твердой фазы почвы с растворами гидролитических щелочных солей, изменяется от 0-0,5 мг·экв/100 г для щелочных почв и до 5-6 мг·экв/100 г для очень кислых почв.

**Задание 25:** рассчитать продукцию биомассы в различных природных зонах (таблица 16); построить гистограмму продуктивности биомассы и сделать вывод по результатам работы.

Таблица 16 – Продуктивность биоценозов в разных природных зонах.

Природные зоны	CL	S	Б
лесотундра	1,0	4,0	4,0
тайга	1,1	4,0	4,4
смешанные леса	1,4	6,0	8,4
широколиственные леса и лесостепи	1,4	8,8	12,8
степи дуговые	1,0	16,0	16,0
степи сухие	0,9	10,6	9,5
полупустыни умеренного пояса	0,9	6,1	5,5
пустыни	0,8	5,0	4,0
полупустыни субтропические	0,9	7,0	6,3
леса субтропические	2,9	8,7	22,6
леса экваториальные	3,1	7,4	23,0

### 1.2.2.2. Баланс гумуса на орошаемых землях

#### Задание 26:

1. Оцените динамику запасов гумуса под влиянием сельскохозяйственной деятельности в почвах Воронежской области до орошения. До массовой распашки установившиеся запасы гумуса в 20-сантиметровом слое обыкновенных черноземов составляли 137 т/га, а в 30-сантиметровом – 205 т/га. После распашки урожайность яровой пшеницы без орошения составляла 0,65 от потенциальной урожайности (6,8 ц/га). Почвы данного региона подверглись с эрозии. Растворимость гумуса составляет 0,35 кг/м<sup>3</sup>.

2. Напишите заключение по проведенным исследованиям.

#### Методика расчета

1. Рассчитать сухую биомассу растительных остатков, поступающих в почву:

$$B_{ро} = U_{ф} \cdot K_{урп}, \quad (9)$$

где  $B_{ро}$  – биомасса сухих остатков, т/(га·год);

$U_{ф}$  – урожайность кг/(га·год);

$K_{СВ}$  – доля сухой массы в урожае, равная 0,86 для зерна, 0,3 – для картофеля и корнеплодов, 0,83 – для сена.

$K_{урп}$  – коэффициент, определяющие долю хозяйственно ценной части (урожая), поступающего в почву.

Для определения  $B_{ро}$  сначала рассчитывается  $U_{ф}$ . (по пропорции).

Содержание новообразованного гумуса ( $G_{нов}$ ) рассчитывают по эквивалентному содержанию углерода:

$$G_{нов} = 1,724 \cdot K_{гум} \cdot K_{с} \cdot B_{ро}, \quad (10)$$

где 1,724 – коэффициент, учитывающий долю углерода в гумусе;

$K_{гум}$  – коэффициент гумификации растительных остатков;

$K_{с}$  – доля углерода в сухой биомассе;

Вымыв гумуса в естественных условиях рассчитывается по формуле:

$$G_{вым} = 0,01 \cdot g \cdot C_r, \quad (11)$$

где  $g$  – годовая промываемость почвы, мм и зависит от зоны и типа почв;

$C_r$  – растворимость гумуса, кг/м<sup>3</sup>, которая зависит от щелочности почвы или от степени содержания натрия в почвенном поглощающем комплексе.

Для определения степени эродуруемости почвы определяется степень потерь гумуса:

$$B = B_{мин} + B_{эр}, \quad (12)$$

где  $B_{мин}$  – скорость сработки гумуса за счет минерализации;

$W_{эр}$  – коэффициент, связанный с интенсивностью эрозии.

Почвы считают слабоэродированными при ежегодном смыве  $W_{эр}=3$  т/(га·год), среднеэродированными до 10 т/(га·год) и сильноэродированными – более 20 т/(га·год).

$$B_{эр} = \frac{0,0001 \cdot W_{эр}}{\gamma \cdot h}, \quad (13)$$

где  $W_{эр}$  – масса удаленной почвы, т/(га·год);

$\gamma$  – плотность почвы, т/м<sup>3</sup>;

$h$  – слой почвы, содержащий гумус, м.

Для слабоэродированных почв коэффициент  $B_{эр} = 0,00125$  год<sup>-1</sup>, для среднеэродированных  $B_{эр} = 0,00417$  год<sup>-1</sup>, для сильноэродированных  $B_{эр} = 0,00833$  год<sup>-1</sup>.

### 1.2.2.3. Образование и утилизация отходов

Таблица 27 – Образование промышленных отходов в Верхне-Волжском регионе (ВВР) в 1999 г.

Области	Всего	В том числе по классам опасности, в тыс.т. (% утилизации)				
		I	II	III	IV	неопасные
Вологодская	9754,6 (60,8)	4,06 (98,8)	358,5 (93,8)	79,3 (96,6)	9126,3 (60,4)	186,4 (0,0)
Ивановская	328,2 (80,9)	0,276 (52,5)	0,607 (82,9)	14,5 (72,3)	13,2 (93,4)	299,5 (80,8)
Костромская	224,5 (74,5)	0,2 (19,0)	0,481 (68,2)	0,4 (23,0)	0,4 (30,0)	222,9 (75,8)
Ярославская	763,1 (50,8)	0,049 (94,7)	30,1 (98,2)	78,2 (92,1)	448,4 (39,0)	206,3 (53,8)
ВВР в целом	11070,0 (61,0)	4,6 (92,4)	3389,8 (94,1)	172,5 (92,3)	9588,0 (59,4)	922,3 (56,6)

#### Задание 27:

1. Рассчитать процентное соотношение отходов разных классов опасности.
2. Начертить график распределения выбросов по классам опасности.
3. Проанализировать полученные данные и ответить на вопросы:
  - Какой из городов ВВР вносит наибольший «вклад» в загрязнение региона;
  - В отходах какой области обнаружено наибольшее содержание веществ I класса опасности;
  - В какой области утилизация отходов наилучшая? Утилизация каких отходов более развита?

### 1.2.3. Практическое занятие № 15

#### Мелиорация и рекультивация как основа природообустройства

*Природообустройство* – это особый вид деятельности, заключающийся в улучшении компонентов природы для повышения их потребительской стоимости, восстановлении нарушенных компонентов и защите их от природных стихий и негативных последствий природопользования.

Объектом природообустройства должна быть геосистема такого ранга, в масштабах которой непосредственно проявляются осуществляемые человеком преобразования. При этом, исходя из наличия межсистемных связей, при осуществлении преобразований

необходимо отслеживать ближние и дальние последствия, т.е. оценивать влияние природообустройства на соседние геосистемы.



Рисунок 13 – Мелиорация земель в России.

Задание 28:

1. На контурной карте Российской Федерации отметить регионы проведения различных мелиоративных мероприятий. Для справок использовать данные рисунка
2. Проанализировать данную информацию и ответить на вопрос: каковы причины данных мелиораций в этих регионах страны?

### 1.3. Международное сотрудничество в области природопользования и природообустройства

#### 1.3.1. Практическое занятие № 16

#### Принципы международного сотрудничества в области природопользования и природообустройства

Формы международного сотрудничества в области охраны окружающей среды различны:

- международные организации по охране природы;
- международные договоры, соглашения, конвенции;
- государственные инициативы по международному сотрудничеству.

Международные организации по охране природы. В настоящее время в мире функционирует более 100 различных международных организаций, занимающихся вопросами экологии.

Наиболее авторитетная международная межправительственная из них – *Организация Объединенных Наций (ООН)*. Одно из важнейших направлений ее деятельности – сотрудничество в области охраны природы. ООН рассматривает важные вопросы на Генеральной Ассамблее, принимает резолюции и декларации, проводит

международные совещания и конференции. ООН разработала и приняла специальные принципы охраны окружающей человека среды, в частности, в Декларации Стокгольмской конференции ООН (1972 г.) и во Всемирной Хартии природы (1982 г.).

При ООН функционируют специализированные международные организации по охране окружающей среды.

*Специальный орган ООН по окружающей среде (ЮНЕП)* осуществляет долгосрочную программу по охране окружающей среды, для финансирования которой Генеральная Ассамблея ООН создала Фонд окружающей среды.

*Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ)* осуществляет программу «Ядерная безопасность и защита окружающей среды».

*Организация Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО)* занимается организацией исследования окружающей среды и ее ресурсов, ею одобрены программы «Человек и биосфера», «Человек и его окружающая среда».

*Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ)* занимается проблемами гигиены окружающей среды, борьбы с загрязнением атмосферного воздуха.

*Всемирная метеорологическая организация (ВМО)* занимается изучением климата.

*Всемирная организация продовольствия (ФАО)* занимается вопросами продовольственной безопасности отдельных стран и всего мира.

Важная роль в решении экологических проблем принадлежит международной неправительственной организации – *Международному союзу охраны природы и природных ресурсов (МСОП)*, который содействует сотрудничеству между правительствами, национальными и международными организациями, а также отдельными лицами по вопросам защиты природы и охраны природных ресурсов. МСОП подготовил Международную Красную книгу (10 томов).

Вопросами сохранения биологического разнообразия активно занимается *Всемирный фонд дикой природы (ВВФ)*.

Главным направлением деятельности международной общественной организации «Гринпис» является противодействие радиоактивному загрязнению окружающей среды.

В условиях ухудшающегося экологического состояния различных территорий и стран, нарастающего глобального потепления климата на Земле должны получить дальнейшее развитие направления и формы международного сотрудничества в области охраны окружающей среды и использования природных ресурсов.

*Государственные инициативы по международному сотрудничеству* в области охраны окружающей среды также имеют важное международное значение. Нашей страной выдвинут целый ряд конструктивных предложений по международному сотрудничеству в целях экологической безопасности, например, по защите морской среды Балтики (г. Мурманск, 1987 г.), по природоохранному взаимодействию в Азиатско-тихоокеанском регионе (г. Красноярск, 1988 г.), по координации усилий в области экологии под эгидой ООН (43 сессия Генеральной Ассамблеи ООН, 1988 г.). Международное сотрудничество в области охраны окружающей природной среды влияет на национальное законодательство. Здесь действует принцип приоритета международно-правовой нормы над нормой национального права.

*Международные принципы охраны окружающей среды.* Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды регулируется международным экологическим правом. В его основе лежат общепризнанные мировым сообществом принципы и нормы. В истории становления основных экологических принципов международного сотрудничества можно выделить следующие важнейшие этапы.

### 1.3.2. Практическое занятие № 17

#### Международные соглашения в области природопользования и охраны окружающей среды

*Международные договоры, соглашения, конвенции* – важный инструмент сотрудничества. Различаются договоры общие и специальные, многосторонние и двусторонние, глобальные и региональные. Готовятся и рассматриваются они по инициативе отдельной страны (стран) или международной организации.

*Общие международно-правовые договоры* могут затрагивать и вопросы окружающей природной среды. Например, в договорах о режиме государственной границы, как правило, имеются статьи, посвященные режиму приграничных водоемов, охране растительности, животного мира.

*Специальные природоохранные международные договоры* содержат статьи только об охране окружающей среды.

К *глобальным договорам* относятся Конвенция о запрещении военного или любого иного враждебного использования средств воздействия на природную среду (1977 г.), Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (1979 г.), Конвенция об охране мигрирующих видов диких животных (1979 г.).

В числе *региональных договоров* можно назвать договоры об использовании и охране Дуная, Черного моря; договоры европейских стран (ЕЭС); Африканскую конвенцию по охране природы и природных ресурсов (1968 г.); Конвенцию по охране Средиземного моря от загрязнения (1976 г.); Конвенцию об охране морских живых ресурсов Антарктики (1980 г.); Соглашение об охране полярного медведя (1974 г.); Конвенцию о рыболовстве в северо-восточной части Атлантического океана (1959 г.); Конвенцию о рыболовстве и сохранении живых ресурсов в Балтийском море и Датских проливах (1973 г.); Соглашение о сотрудничестве по борьбе с загрязнением Северного моря нефтью (1969 г.).

Особое значение имеют международные договоры об ограничении, сокращении и запрещении испытаний ядерного, бактериологического, химического оружия в различных средах и регионах. В 1996 г. в ООН торжественно подписан Договор о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний.

Результатом международного экологического сотрудничества является заключение международных договоров, соглашений, конвенций. Среди них такие важные, как:

*Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их утилизации* (1989 г., Базель, Швейцария). Цели: обязательства сторон по сокращению трансграничного перемещения отходов, включенных в перечень Конвенции; максимальное снижение объема и токсичности опасных отходов, обеспечение экологичного использования; оказание помощи развивающимся странам в утилизации опасных отходов.

*Венская конвенция о гражданской ответственности за ядерный ущерб* (1963 г., Вена, Австрия). Цели: установление некоторых минимальных норм для обеспечения финансовой защиты от ущерба, возникающего в результате определенных видов мирного использования ядерной энергии, а также развитие дружеских отношений между нациями независимо от различий их конституционных и социальных систем.

*Венская конвенция об охране озонового слоя* (1985 г., Вена, Австрия). Цели: защита и охрана здоровья людей и окружающей среды от неблагоприятных воздействий, связанных с изменениями в озоновом слое.

*Конвенция о биологическом разнообразии* (1992 г., Рио-де-Жанейро, Бразилия). Цели: сохранение биологического разнообразия, устойчивое использование компонентов биологического разнообразия, справедливое распределение преимуществ от использования генетических ресурсов.



*Конвенция о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение, главным образом в качестве местобитаний водоплавающих птиц* (Рамсарская конвенция). Цели: приостановка нарастающего освоения и утраты водно-болотных угодий; признание их экологической, экономической, культурной, научной и рекреационной ценности.

*Конвенция о запрещении военного или любого иного враждебного использования средств воздействия на природную среду* (1977 г., Женева, Швейцария). Цели: упрочение мира, прекращение гонки вооружений, достижение всеобщего и полного разоружения под строгим международным контролем, устранение опасности для человечества военного или любого враждебного использования средств воздействия на природную среду.

*Конвенция о международной торговле видами дикой фауны, и природы, находящимися под угрозой исчезновения* (СИТЕС, 1973 г., Вашингтон, США). Цели: охрана отдельных видов, находящихся под угрозой исчезновения, от переэксплуатации, ввод системы таможенного контроля.

*Конвенция о трансграничном воздействии промышленных аварий* (1992 г., Хельсинки, Финляндия). Цели: защита людей и окружающей среды от промышленных аварий путем предотвращения таких аварий, насколько это возможно, уменьшения их частоты и серьезности, смягчения их воздействия.

*Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния* (1979 г., Женева, Швейцария). Цели: защита людей и окружающей среды от загрязнения воздуха; ограничение, постепенное сокращение и предотвращение загрязнения воздуха, включая трансграничное загрязнение.

*Конвенция об охране дикой фауны и флоры и природных сред обитания в Европе* (1979 г., Берн, Швейцария). Цели: сохранение дикой фауны и флоры и их природных сред обитания, особенно тех видов и местообитаний, охрана которых требует сотрудничества ряда государств; содействие такому сотрудничеству.

*Конвенция об охране мигрирующих видов диких животных* (1979 г., Бонн, Германия). Цели: охрана видов диких животных, мигрирующих через национальные границы.

*Конвенция об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте* (1991 г., ЭСПО, Финляндия). Цели: содействие устойчивому экономическому развитию; использование оценки воздействия на окружающую среду в качестве предупредительной меры против трансграничной деградации окружающей среды.

*Конвенция ООН по морскому праву* (1982 г. Монтего Бей, Ямайка). Цели: создание нового правового режима в отношении окружающей среды морей и океанов, принятие правил природоохранных стандартов и положений, касающихся загрязнения морской среды.

*Конвенция по борьбе с опустыниванием* (1994 г., Париж, Франция). Цели: борьба с опустыниванием и ликвидация последствий засухи в странах, которые подвергаются опустыниванию, использование засушливых земель.

*Конвенция по защите Черного моря от загрязнения* (1992г., Бухарест, Румыния). Цели: решение экологических и природоохранных проблем на международном уровне по предотвращению и уменьшению загрязнения морских вод Черного моря.

*Межправительственное соглашение государств – участников Содружества Независимых Государств о взаимодействии в области экологии и охраны окружающей природной среды* (1992 г., Москва). Цели: принятие согласованных правовых актов в области экологии и охраны окружающей среды, а также согласованных стандартов и экологических нормативов, обеспечивающих экологическую безопасность и благополучие каждого человека.

*Рамочная Конвенция ООН об изменении климата* (1992 г., Нью-Йорк, США). Цели: стабилизация концентрации в атмосфере парниковых газов на уровне, который предотвратит антропогенное вмешательство в систему формирования климата.

*Соглашение о сотрудничестве в области изучения, разведки и использования минерально-сырьевых ресурсов* (1997 г., Москва). Цели: развитие взаимодействия в

экономической и научно-технической сферах, совершенствование механизма научных, производственных и экономических связей; эффективное решение проблем изучения, разведки и рационального использования минерально-сырьевых ресурсов, геоэкологии и охраны окружающей среды.

*Соглашение по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер* (1992г., Хельсинки, Финляндия). Цели: принятие национальных и международных мер по охране, рациональному использованию трансграничных вод.

*Стратегия защиты окружающей среды Арктики* (1991г., Рованиemi, Финляндия). Цели: сотрудничество в области научных исследований по уточнению источников, путей переноса, выпадений и влияния на регион основных загрязнителей; осуществление и усиление мер контроля за загрязняющими веществами; оценка потенциального воздействия на окружающую среду региона, охрана арктической флоры и фауны, биоразнообразия и местообитаний, интегрирование арктических интересов в глобальный природоохранный процесс.

Первым международным документом, использующим рыночный механизм для решения глобальных проблем изменения климата, был Протокол о сокращении выбросов парниковых газов, подписанный в 1997 г. в Киото главами 55 государств. На сегодня среди стран – участниц *Киотского протокола* доля выбросов Японии составляет 6,7 %, России – 16,75 %, стран ЕС – 23 %, США – 33,6 %.

*Конференция ООН по проблемам окружающей человека среды* (Стокгольм, 1972 г.). По итогам работы конференции была принята Декларация, в которой определялись стратегические цели и направления действий мирового сообщества в области охраны окружающей среды. Декларация содержала 26 основных принципов охраны окружающей человека среды.

Кроме того, 5 июня был провозглашен Всемирным днем окружающей среды. Был образован постоянно действующий орган ООН по окружающей среде (ЮНЕП) со штаб-квартирой в г. Найроби (Кения).

*Всемирная хартия природы (ВХП)*, одобренная Генеральной Ассамблеей ООН (1982 г.). В ней вновь были подтверждены и развиты важнейшие принципы международного сотрудничества в области охраны окружающей среды. Таких принципов стало 27. Всемирная хартия природы определила приоритетные направления экологической деятельности международного сообщества на тот период.

*Конференция ООН по окружающей среде и развитию* (Рио-де-Жанейро, 1992 г.). В ней приняли участие 114 глав государств, представители 1600 неправительственных организаций. Это крупнейший экологический форум в истории человечества. Впервые главы государств и правительств разных стран договорились о путях решения важнейших глобальных; экологических проблем, включая кардинальные изменения в экономике и социальной сфере. Впервые был общепризнан приоритет экологических интересов человечества над экономическими.

На конференции были одобрены пять основных документов: Декларация РИО об окружающей среде и развитии; Повестка дня на XXI в.; Заявление о принципах управления, сохранения и устойчивого развития всех типов лесов; Рамочная конвенция по проблеме изменений климата; Конвенция по биологическому разнообразию.

Одним из важнейших итогов Конференции было принятие *концепции (стратегии) устойчивого развития*. Под устойчивым развитием понимается одновременное решение проблем экономики и экологии. Цель стратегии – не заменяя национальных программ охраны окружающей среды, дать основные ориентиры.

*Всемирный саммит по устойчивому развитию «Рио+10»* (Йоханнесбург (ЮАР), 2002 г.). На саммите были подведены итоги первого десятилетия движения мирового сообщества по пути устойчивого развития. По данным ООН, многие решения по охране окружающей среды, принятые в Бразилии, оказались невыполненными, глобализация не принесла пользы большей части человечества, несмотря на общий экономический подъем,

помощь развивающимся странам сократилась. Одним из принятых на саммите итоговых документов стал «План борьбы с бедностью и сохранения окружающей среды».

## 2. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

### 2.1. Публичные выступления (доклады)

Цель работы. Приобретение студентами навыков самостоятельной работы, имитация выполнения научной работы, приобретение навыков публичных выступлений, углубленное изучение учебной дисциплины.

Время проведения. 1 доклад (10-15 мин.; до 4-х страниц машинописного текста) + 10-15 минут на обсуждение.

Задания: 1. Подготовка и доклад студента по выбранной тематике.

2. Участие слушателей в обсуждении доклада: каждый участник обязательно задает вопрос по докладу или комментирует выступление товарища, предлагает оценку доклада.

#### 2.1.1. Основы природопользования

*Тема: «Гидроэнергетический потенциал и экологическое состояние рек России»  
Гидроэнергетический потенциал крупных рек\**

Примерные темы докладов:

1. Западная Двина;
2. Амур;
3. Иртыш;
4. Енисей;
5. Лена;
6. Дон;
7. Обь;
8. Волга;
9. Ока;

\*При желании обучающегося, он может сделать сообщение о другой крупной ГЭС, действующей в РФ.

*Гидроэнергетический потенциал малых рек. Малые ГЭС как источники альтернативной энергии\**

Примерные темы докладов:

1. Чепольская ГЭС, р. Катунь;
2. ГЭС-1 на р. Нева;
3. Сызранская ГЭС;
4. Кривопорожская ГЭС;
5. Ахтынская ГЭС;
6. Карамышевская ГЭС.

\*Список малых ГЭС примерный. При желании обучающегося он может сделать сообщение о другой малой ГЭС, действующей в РФ.

План выступления

1. Географическая характеристика водного объекта;
2. Экологическое состояние водного объекта;
3. Гидроэнергетический потенциал водного объекта.

## 2.1.2. Основы природообустройства

### Примерные темы докладов:

1. Оросительные системы.
2. Переувлажненные земли. Сущность. Классификация.
3. Сущность основных почвенных процессов.
4. Методы и способы орошения.
5. Виды рекультивации и природоохранного обустройства земель.
6. Рекультивация карьерных выемок и отвалов.
7. Рекультивация выработанных торфяников.
8. Рекультивация земель, нарушенных при обустройстве линейных сооружений.
9. Обустройство и рекультивирование полигонов ТБО.
10. Рекультивация земель, загрязненных нефтью и нефтепродуктами.
11. Рекультивация земель, загрязненных пестицидами.
12. Борьба с водной эрозией и оврагами.
13. Борьба с затоплением земель и наводнениями.
14. Борьба с размывами берегов рек, водохранилищ и морей.
15. Борьба с оползнями и селями.
16. Растения, чувствительные к различным видам химических загрязнений.
17. Эффективность рекультивации.
18. Прогнозирование процессов ПТК природообустройства.
19. Сущность, принципы и порядок проведения процедуры ОВОС.
20. Стихийные бедствия. Причины, последствия и их устранения.
21. Рекультивация. Структурные, теплотехнические и проективные мероприятия рекультивации.
22. Мелиорация и рекультивация в Советском Союзе. Ошибки и последствия.
23. Осушительные системы.
24. Растения, устойчивые к основным почвенным процессам и их использование при рекультивации.

### План выступления

1. Где и для решения каких проблем применяется данный вид мероприятия;
2. Какие мероприятия конкретно используются.
3. Используемые технические системы;
4. Поэтапный процесс рекультивации (природоохранного обустройства земли);
5. Результаты, достигаемые при использовании данного вида работ;
6. Конкретные примеры использования данных рекультивационных работ или природоохранного обустройства земли.

## 2.2. Вопросы для теоретического изучения

### 2.2.1. Основы природопользования

1. Комплексное природопользование. Экологоориентированные типы природопользования.
2. Категории природных ресурсов по степени освоенности.
3. Природные ресурсы Рязанской области и их охрана.
4. Классификация загрязнений;
5. Изучить последствия загрязнения окружающей среды: кислотные дожди, озоновые дыры, глобальное потепление, красные приливы, смог.
6. Регионы мира с наибольшим масштабом экологического кризиса.
7. Миграция тяжелых металлов в водных системах.
8. Деградация нефтепродуктов в водных экосистемах.
9. Газы, растворенные в воде. Миграция, трансформация и роль в экосистеме.

10. Физические процессы взаимодействия гумусовых веществ с ионами металлов (пептизация, коагуляция).

11. Особо охраняемые природные территории: национальные парки, природные парки, заповедники, заказники.

12. Нефть, фракции нефти.

13. Комплексное использование полимерного сырья.

14. Действующие малые ГЭС в РФ. Особенности малых ГЭС. Малые ГЭС как альтернативные источники энергии.

15. Найти и записать следующие определения терминов: экологическая и нравственная безопасность, экологическая и экономическая эффективность, природный потенциал и природоёмкость территории, ПДКр.з, ПДКм.р., ПДКс.с., ПДВ, ПДКВ, ПДКвр., ПДС, БПК, ХПК, ПДКп., ПДКпр., ВДК (ОБУВ), ПДЭН, канцерогенный, мутагенный и тератогенный эффект, национальные природные ресурсы, международные природные ресурсы, буферность геосистемы, квазиприродная среда, адсорбция, глеевые физико-химические барьеры, диссоциация, ионный потенциал, коллоиды, комплексы радикалов, кумулятивное накопление, переходные элементы, уравнение Ленгмюра (адсорбция катионов на гумидных кислотах), экзогенез, локальные и глобальные загрязнения.

### *2.2.2. Основы природообустройства*

1. Сущность, принципы и порядок проведения процедуры ОВОС.

2. Сопоставление антропогенного и природного круговорота веществ.

3. Основные законодательные документы в области природопользования и природообустройства (Земельный, Лесной, Водный кодекс РФ, Федеральное законодательство).

4. Прогнозирование процессов ПТК природообустройства.

5. Оросительные системы.

6. Переувлажненные земли. Сущность. Классификация.

7. Сущность основных почвенных процессов (лессиваж, оглеение, засоление, подтопление, накопление гумуса, эрозия, опустынивание, заболачивание).

8. Свойства почвы: рыхлость, структурность, водопроницаемость, водоудержание, ёмкость поглощения, кислотность, теплоёмкость.

9. Методы и способы орошения.

10. Классификация осушительных систем (по конструкции элементов сети, по размещению на территории, по возможностям регулирования водного режима, по сопряжению с водоприемником, по степени организации водосбора).

11. Эффективность рекультивации.

12. Биодеструкторы. Классификация. Функции.

13. Природный и антропогенный круговорот веществ.

14. Химические мероприятия при рекультивации земель.

15. Меры по восстановлению потенциала деградированных земель.

16. Рекультивация и природоохранное обустройство земель.

17. Найти и записать следующие определения терминов: азональные почвы, вертикальная планировка, выполаживание склонов, грядование, зональные почвы, кавальеры, кольматаж, мульчирование, профилирование, создание экранов, террасирование, торфование, локальный мониторинг, специальный мониторинг, гумидная зона, пьезометрический напор.

### 2.2.3. Международное сотрудничество в области природопользования и природообустройства

1. Движение антиглобалистов. Цели, направления деятельности и средства достижения результатов
2. Основные законодательные документы в области природопользования и природообустройства
3. Киотский протокол. Сущность. Значение
4. Концепция устойчивого развития мира
5. Международное сотрудничество в области природопользования в 21 веке
6. Договор об Антарктике
7. Найти и записать следующие определения терминов: биосоциальная система, селекция, геологический круговорот, биологический круговорот, долгосрочное прогнозирование, оперативное прогнозирование, ратификация, ратификационная грамота, глобализация, экономические интересы, геополитические интересы, договор, конвенция.

## 2.3. Задачи для самостоятельного решения

### 2.3.1 Основы природопользования

#### Задание 29:

1. Построить таблицу распространения альтернативных источников энергии (таблица 28);
2. Отметить какие альтернативные виды энергии используются в России и за рубежом.

Таблица 28 –Распространение альтернативных источников энергии

Альтернативная энергетика		Россия	За рубежом
гелиоэнергетика			
гидроэнергетика			
биоэнергетика			
энергетика, использующая разность температур			

#### Задание 30:

Проанализируйте ресурсную базу планеты, изучите ближайшую перспективу человечества в области обеспеченности ресурсами (приложение А). Укажите три вида ресурсов, которые по прогнозам закончатся первыми. Сделайте вывод по результатам анализа.

Задание 31:

1. Определите природно-ресурсный потенциал Российской Федерации:
2. Постройте таблицу сравнительной обеспеченности ресурсами различных экономических районов страны.
3. Проанализируйте таблицу и ответьте на вопрос: какие из регионов нашей страны наиболее богаты ресурсами, как в количественном отношении, так и по разнообразию ресурсов?
4. Опишите природно-ресурсный потенциал каждого из экономических регионов России. Какие виды ресурсов сосредоточены в тех или иных регионах. Почему?
5. Постройте гистограмму сравнительной обеспеченности регионов России энергоресурсами. Для выполнения этого задания рассчитайте обеспеченность регионов России энергоресурсами. Результаты занесите в таблицу 29.

Таблица 29 – Обеспеченность регионов России энергоресурсами

Экономические районы	Обеспеченность регионов России энергоресурсами, млн. т.	Сравнительная обеспеченность регионов России энергоресурсами, % от общероссийской
Северный		
Северо-Западный		
Центральный		
Центрально-Черноземный		
Волго-Вятский		
Поволжский		
Северо-Кавказский		
Уральский		
Западно-Сибирский		
Восточно-Сибирский		
Дальневосточный		
Всего в РФ		100

Задание 32: Изучить обеспеченность России нефтью. Указать основные нефтеносные районы, запасы и прогнозы использования.

Задание 33:

1. По карте «Минеральные ресурсы России» определить список минеральных ресурсов, месторождения которых открыты на территории РФ;
2. Определить типы месторождений на территории страны (ископаемые магматического происхождения, ископаемые метаморфического происхождения...);
3. На контурной карте РФ отразить основные месторождения минерального сырья.
4. Оценить разведанные запасы минерального сырья и сравнить со структурой экспорта.

Задание 34.

1. Найти и изучить структуру земельного фонда России за последние пять лет.
2. Провести сравнительный анализ изменения структуры земельного фонда.
3. Сделать аналитическое заключение об изменении структуры земельного фонда страны за последние годы.

### 2.3.2 Основы природообустройства

#### Задание 35:

1. Оцените динамику запасов гумуса под влиянием сельскохозяйственной деятельности в почвах Самарской области до орошения. До массовой распашки установившиеся запасы гумуса в 20-сантиметровом слое обыкновенных черноземов составляли 145 т/\*га, а в 30-сантиметровом – 235 т/га. После распашки урожайность кукурузы на зерно без орошения составляла 0,55 от потенциальной урожайности (7,9 ц/га). Почвы данного региона подверглись средней эрозии. Растворимость гумуса составляет 0,35 кг/м<sup>3</sup>.

2. Напишите заключение по проведенным исследованиям.

#### Задание 36:

1. Проанализируйте данные таблицы 30 и сделайте выводы об устойчивости к различным типам загрязнителей тех или иных растений;

2. Постройте таблицу 31 «Виды, чувствительные к загрязнениям» и проанализируйте ее данные.

Таблица 30 – Растения, устойчивые к химическим загрязнениям

Химический элемент	Видовой состав растений
Медь, железо	Шиповник
Медь	Качим
Цинк	Фиалка, ярутка полевая
Цинк, свинец, кадмий	Горец большой
Свинец, хром	Горчица индийская
Цинк, кадмий	Альпийский хеллеркраут
Кобальт	Греческий гибискус
Никель	Гречиха
Мышьяк	Шиповник.

Таблица 31 – Растения, чувствительные к химическим загрязнениям

Химический элемент	Видовой состав растений



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Волков, А. М. Правовые основы природопользования и охраны окружающей среды [Текст] / А. М. Волков, Е. А. Лютягина. – М.: Юрайт, 2015. – 325 с.
2. Емельянов, А. Г. Основы природопользования [Текст] / А. Г. Емельянов. – М.: Академия, 2013. – 256 с.
3. Методология природообустройства» [Текст] / Сост. С.М. Григоров, А.Д. Гумбаров, Ю.А. Свистунов, В.Т. Ткаченко – КубГАУ:Краснодар, 2011. – 97 с.
4. Помощь по ГОСТам [Электронный ресурс] / <http://www.gosthelp.ru/text/GOST3016695Resursosberezhh.html>, свободный. – Загл. с экрана.
5. Природообустройство [Текст] / А.И. Голованов, Ф.М. Зимин, Д.В. Козлов и др.; под ред. А.И. Голованова. – М.: КолосС, 2008. – 552 с. .
6. Природообустройство [Электронный ресурс] / Под ред. А. И. Голованова. - М.: «Лань», 2015. –560 с. – ЭБС издательства «Лань».
7. Рассашко, И. Ф. Общая экология Тексты лекций для студентов специальности 1-33 01 02 «Геоэкология». [Электронный ресурс] / И.Ф. Рассашко, О.В. Ковалева, А.В. Крук– Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2010. – 252 с. / Режим доступа: — [http://ekolog.org/books/3/4\\_1\\_2.htm](http://ekolog.org/books/3/4_1_2.htm), свободный. – Загл. с экрана.
8. Федоренко В. Ф., Повышение ресурсоэнергосбережения агропромышленного комплекса [Текст] / В. Ф. Федоренко. – М. ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. – 284 с
9. Хван, Т. А. Экология. Основы рационального природопользования [Электронный ресурс] / Т. А. Хван, М. В. Шинкина. – М.: ЮРАЙТ, 2015.– 319 с.– ЭБС ЮРАЙТ.

Таблица 1– Ресурсная база планеты (по Н.Ф. Реймерсу и В.В. Вольскому, 2001)

Природные ресурсы	Краткая характеристика запасов, степени и перспектив их использования
Энергетические ресурсы	
Нефть	Запасы – 270-300 млрд т. Ежегодный расход – свыше 3 млрд т. Перспективны на ближайшие 30-50 лет
Природный газ	Запасы – 270 млрд т нефтяного эквивалента – НЭ (145трлн м <sup>3</sup> ). Ежегодный расход – 2300 млрд м <sup>3</sup> . Перспективны на 30-60 лет
Уголь	Запасы – 10 трлн т НЭ (1,5 трлн т). Ежегодный расход – 5 млрд т. Перспективны на 200 лет и более
Сланцы	Запасы значительны (40 трлн т НЭ). Слабое использование. Малоперспективны из-за высокой трудоемкости добычи и значительных отходов
Торф	Запасы значительны (150 млрд т по углероду). Малоперспективны из-за высокой зольности торфа и комплекса экологических нарушений во время добычи
Гидроэнергия рек	Ограничена. Активное использование, несмотря на экологические проблемы. Все еще перспективна, особенно в развивающихся странах
Энергия атомного распада и ядерного синтеза	Физически неисчерпаема. Экологически крайне опасна (пока не будут найдены способы надежной безопасности производства и дезактивации отходов)
Геотермальная энергия	Значительна. Слабое использование. Перспективна
Энергия морских приливов и отливов, океанские течения	Значительна. Слабое использование. Перспективна
Солнечная радиация	Практически неисчерпаема. Использование ограничено естественным оттоком энергии из биосферы. Перспективна
Ветровая энергия	Используется давно. Имеет местное значение. Перспективна
Минеральные ресурсы (исключая топливные)	
Металлические руды. Неметаллические полезные ископаемые	Постепенное истощение запасов. Ресурсы велики, кроме некоторых (меди, свинца, серебра, золота, перспективных на 15-20 лет). Требуется регуляция
Земельные и почвенные ресурсы	
Почвы	Глобально сильно нарушены. Эродированы. Засолено 20 % орошаемых земель. Глобальное антропогенное опустынивание (7 % всей суши). Требуется экстренная регуляция
Геоморфологические структуры рельефа	Изменены локально (добыча полезных ископаемых, хозяйственная деятельность людей). Необходимо внимание

Геоморфологические глубинные структуры	Изменены локально (в результате заполнения водохранилищ, откачки подземных вод, усыхания крупных водоемов и др.). Необходимо внимание
Ресурсы растительного и животного мира	
Растительная биомасса	Глобальное снижение. Требуются внимание и регуляция
Хозяйственная производительность растительного покрова	Повышена лишь в ограниченных масштабах
Генетико-видовой состав растительности	Под угрозой исчезновения до 10 % видов растений. Необходима охрана
Биомасса животного мира	В целом стабильна. Необходимы внимание и регуляция
Хозяйственная производительность животного мира	В целом ниже желательного уровня. Может быть повышена, особенно локально. Наличие перспектив аква- и марикультур
Природные ресурсы	Краткая характеристика запасов, степени и перспектив их использования
Генетико-видовой состав животного мира	Под угрозой исчезновения около 1000 видов крупных животных и неизвестное количество мелких. Необходимы неотложные меры по охране и покровительству
Водные ресурсы	
Океанические и морские воды	Количество существенно не изменилось. Некоторое подкисление вод мелководий. Глобально возросло содержание тяжелых металлов. Предполагается загрязнение океана выше допустимой нормы
Озера, водохранилища	Запасы – около 5000 км <sup>3</sup> воды. Закисление вод от кислых осадков, загрязнение сточными водами
Текущие воды (реки)	Во многих случаях глубоко антропогенно трансформированы. Интенсивное использование. Сильно загрязнены. Водный сток нарушен. Требуются внимание и регуляция
Климатические и рекреационные ресурсы	
Естественные климатические ресурсы	Угроза резкого изменения под влиянием антропогенных факторов. Необходима регуляция
Ресурсы общего экологического баланса	Близки к исчерпанию. Угроза необратимых изменений геосреды. Требуются внимание и срочные меры по регуляции
Рекреационные ресурсы	Происходит быстрое исчерпание. Загрязнение. Необходимо внимание
Ресурсы пространства и времени	
Ресурсы территории, водного, космического пространства	Неэкономность и неэффективность использования. Загрязнение. Перенаселенность. Сверхконцентрация отходов. Необходимы внимание и регуляция
Ресурсы пространства и времени	Один из самых дефицитных ресурсов. Человечество еще не перешло к системному ресурсному мышлению.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Справочные данные для расчета баланса гумуса на орошаемых землях

Таблица 2 – расчет скорости минерализации гумуса

Зона, почвы	Запасы гумуса, т/га	Новый гумус, т/(га·год)	Вымыв гумуса, т/(га·год)	Промываемость, мм	A, т/(га·год)	$V_{мин}$ , год <sup>-1</sup>
срединная тайга, подзолистые	53	0,60	0,438	125	0,163	0,0031
южная тайга, дерново-подзолистые	75	0,96	0,399	114	0,561	0,0071
широколиственная, серые лесные	109	1,44	0,340	97	1,101	0,0101
лесостепь, выщелоченные черноземы	192	2,28	0,287	82	1,997	0,0104
степь, черноземы: типичные	224	1,80	0,196	56	1,604	0,0072
обыкновенные	137	1,68	0,158	45	1,523	0,0111
степь сухая, каштановые	99	0,84	0,060	17	0,781	0,0079
полупустыня, бурые	37	0,24	0,021	6	0,219	0,0059
пустыня, серо-бурые	15	0,08	0	0	0,084	0,0056

Таблица 3 – Доля углерода и коэффициенты гумификации в растительных остатках

Культура	$K_c$	$K_{гум}$
люцерна всех лет	0,405	0,25
кукуруза на зерно	0,357	0,15
кукуруза пожнивная	0,370	0,15
сахарная свекла	0,397	0,08
пшеница	0,348	0,25
ячмень	0,350	0,25

Таблица 4 – Распределение биомассы сельскохозяйственных культур

Культура	Доля от сухой биомассы			Поступление в почву (доля урожа)
	урожай (основная продукция)	побочная продукция (солома, ботва)	поступление в почву	
озимая рожь	0,243	0,426	0,331	1,364
озимая пшеница	0,250	0,391	0,359	1,433
яровая пшеница	0,268	0,347	0,384	1,431
ячмень	0,291	0,333	0,376	1,293
овес	0,276	0,359	0,365	1,325
просо	0,239	0,422	0,339	1,416
кукуруза на зерно	0,223	0,446	0,332	1,489
горох	0,300	0,381	0,319	1,061
гречиха	0,231	0,407	0,362	1,570
подсолнечник	0,197	0,415	0,389	1,974
картофель	0,793	0,104	0,104	0,131
сахарная свекла	0,811	0,109	0,074	0,091
кормовые корнеплоды	0,848	0,082	0,069	0,081
овощи	0,835	0,100	0,064	0,077
однолетние травы	0,379	0	0,621	1,640
многолетние травы	0,377	0	0,623	1,656
в среднем	0,612	0,175	0,213	0,349

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»  
(ФГБОУ ВО РГАТУ)**

**ФАКУЛЬТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОТЕХНОЛОГИИ  
КАФЕДРА ЗООТЕХНИИ И БИОЛОГИИ**

**С. А. НЕФЕДОВА**

## **ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА**

Методические указания к лабораторным занятиям  
для уровня профессионального образования: бакалавриат, направления  
подготовки (специальность): 06.03.01 Биология, профиля подготовки:  
Биоэкология, квалификации выпускника: бакалавр


Рязань  
2019


УДК 611-018

Методические указания к лабораторным занятиям составлены с учётом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология, утверждённого приказом № 944 Министерства образования и науки Российской Федерации 07 августа 2014 года.

Методические указания разработаны доктором биологических наук, профессором С. А. Нефедовой и предназначены для уровня профессионального образования: бакалавриат, направления подготовки (специальность): 06.03.01 Биология, профиля подготовки: Биоэкология, квалификации выпускника: бакалавр

Рецензенты:

Доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор кафедры технологии производства  
и переработки сельскохозяйственной продукции  
технологического факультета ФГБОУ ВО РГАТУ  Ф. А. Мусаев

Кандидат ветеринарных наук,  
заведующий кафедрой эпизоотологии,  
микробиологии и паразитологии  
факультета ветеринарной медицины  
и биотехнологии ФГБОУ ВО РГАТУ  И. А. Кондакова


Экология человека: Методические указания к лабораторным занятиям / С. А. Нефедова. – Рязань, Издательство учебной литературы и учебно-методических пособий ФГБОУ ВО РГАТУ, 2019. – 40 с.

В методических указаниях представлены материалы по экологии человека.

Методические указания обсуждены на заседании кафедры зоотехнии и биологии 30 августа 2019 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой  Быстрова И. Ю.

Одобрено учебно-методической комиссией по направлению подготовки 06.03.01 Биология 30 августа 2019 г., протокол № 1

Председатель учебно-методической  
комиссии по направлению подготовки  
06.03.01 Биология  Федосова О. А.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	с.
ПРЕДИСЛОВИЕ.....	4
Цель и задачи освоения учебной дисциплины. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы. Планируемые результаты обучения по дисциплине. Компетенции.....	4
Раздел 1. Природные токсиканты, в аспекте экологии человека.....	7
Лабораторная работа 1. Классификация и воздействие на организм человека веществ, используемых в сельскохозяйственном производстве.....	11
Задания и вопросы для самоконтроля знаний.....	12
Лабораторная работа 2. Классификация и свойства природных токсинов в аспекте гигиены и экологии питания.....	14
Задания и вопросы для самоконтроля знаний.....	15
Раздел 2. Экологические основы и принципы рационального питания человека.....	17
Лабораторная работа 3. Гигиена и экология питания.....	22
Задания и вопросы для самоконтроля знаний.....	25
Лабораторная работа 4. Классификация чужеродных веществ и пути их поступления в продукты питания. Вещества, определяющие основные факторы опасности сырья и продуктов питания.....	26
Задания и вопросы для самоконтроля знаний.....	26
Лабораторная работа 5. Антиалиментарные факторы питания.....	28
Задания и вопросы для самоконтроля знаний.....	30
Лабораторная работа 6. Основы и принципы рационального питания.....	32
Задания и вопросы для самоконтроля знаний.....	35
ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ.....	36
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	40



## ПРЕДИСЛОВИЕ

### Цель и задачи освоения учебной дисциплины

*Целью изучения дисциплины* является формирование у обучающихся представления о теоретических основах и методах экологии человека и социальных аспектах экологических проблем.

*Задачи освоения дисциплины* изучить:

- экологические факторы, воздействующие на человека;
- закономерности использования в профессиональной деятельности принципов экологической классификации организмов и общих законов действия факторов среды на организм человека.

*Профессиональные задачи выпускников:*

*организационная и управленческая деятельность:* участие в планировании и проведении мероприятий по охране природы, оценке и восстановлению биоресурсов, управлении природопользованием и его оптимизации; участие в организации полевых и лабораторных работ, семинаров, конференций; участие в составлении сметной и отчетной документации; обеспечение техники безопасности.

### Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока Б1 (Б1.В.ДВ.01.01). Знания, умения и навыки, сформированные при изучении данной дисциплины, необходимы для успешного выполнения выпускной квалификационной работы и прохождения итоговой государственной аттестации. Предшествующие дисциплины: «Биология человека», «Биология размножения и развития», «Экологическая физиология», «Цитология, гистология». Последующие дисциплины: «Социальная экология», «Прикладная экология».

*Область профессиональной деятельности* выпускников, освоивших программу бакалавриата, включает исследование живой природы и ее закономерностей, использование биологических систем в хозяйственных и медицинских целях, охрана природы.

*Объектами профессиональной деятельности* выпускников, освоивших программу бакалавриата, являются биологические системы различных уровней организации; процессы их жизнедеятельности и эволюции; биологические, биоинженерные, биомедицинские, природоохранные технологии, биологическая экспертиза и мониторинг, оценка и восстановление территориальных биоресурсов и природной среды.

*Виды профессиональной деятельности*, к которым готовятся выпускники, освоившие программу бакалавриата:

- научно-исследовательская;
- организационно-управленческая;
- информационно-биологическая.

### Критерии оценки знаний

#### Критерии оценки собеседования

Оценка	Критерии
«отлично»	выставляется обучающемуся, если он определяет рассматриваемые понятия чётко и полно, приводя соответствующие примеры;
«хорошо»	выставляется обучающемуся, если он допускает отдельные погрешности в ответе;
«удовлетворительно»	выставляется обучающемуся, если он обнаруживает пробелы в знаниях основного учебно-программного материала;
«неудовлетворительно»	выставляется обучающемуся, если он обнаруживает существенные пробелы в знаниях основных положений учебной дисциплины, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

#### Критерии оценки на экзамене

Оценка экзаменатора, уровень	Критерии
«отлично», высокий уровень	Обучающийся показал прочные знания основных положений учебной дисциплины, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов расчетов или экспериментов
«хорошо», повышенный уровень	Обучающийся показал прочные знания основных положений учебной дисциплины, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты расчетов или эксперимента
«удовлетворительно», пороговый уровень	Обучающийся показал знание основных положений учебной дисциплины, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой
«неудовлетворительно»	При ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений учебной дисциплины, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины

## Раздел 1. ПРИРОДНЫЕ ТОКСИКАНТЫ В АСПЕКТЕ ЭКОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА

В настоящее время актуальным является изучение основных проблем, связанных с решением вопросов обеспечения населения экологически безопасными продуктами питания, государственной политики Правительства РФ в области здорового питания, технический прогресс в пищевой промышленности.

Перед современным обществом глобально обособляются следующие преобладающие проблемы:

- обеспечение населения земного шара продуктами питания;
- обеспечение энергией;
- обеспечение продовольственным сырьем и водой;
- экологическая безопасность, в том числе естественные флуктуации и интенсификация производственной деятельности.

Питание, являясь одним из основополагающих факторов жизнедеятельности, напрямую зависит от ресурсов окружающей среды. Ингредиенты пищевых веществ, участвуя в метаболизме клетки, который сопровождается сложными биохимическими превращениями веществ в структурные элементы, обеспечивают организм пластическим материалом и энергией, создают необходимый гомеостаз, определяют состояние здоровья, способность к воспроизводству, тем самым, обеспечивая сохранность генофонда в мобилизационном резерве наследственной изменчивости.

На решение задач, связанных с совершенствованием продуктов питания, которые должны не только удовлетворять потребности человека в основных питательных веществах и энергии, но и выполнять профилактические и лечебные функции, направлена концепция государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации.

Технический прогресс в пищевой промышленности во многом определяется демографическими изменениями (численность населения, увеличение доли пожилых и больных людей), социальными изменениями, а так же изменениями в условиях жизни и труда (рост численности городского населения, изменение характера

труда, социальное расслоение общества). Прогресс во многом определяется достижениями медицины, фундаментальных наук (физика, химия, микробиология), интегральными технологическими возможностями, которые используются производителями продуктов питания благодаря развитию науки, технологии, техники, с учетом изменения экологической обстановки, ужесточением конкурентоспособности на рынке продуктов питания.

Отсюда вытекает глобальная проблема - совершенствование технологии получения традиционных продуктов, создание нового поколения пищевых продуктов. К приоритетным следует отнести продукты со сбалансированным составом, низкой калорийностью, с пониженным содержанием сахара и жира и повышенным - полезных для здоровья ингредиентов, функционального и лечебного назначения, с увеличенным сроком хранения, быстрого приготовления и, конечно, совершенно безопасных для человека.

Следует детально анализировать вопросы гигиены и экологии питания с целью оценки актуальности основных проблем, возникших перед обществом на современном этапе использования ресурсов планеты; обоснования того, что являясь одним из важнейших факторов окружающей среды, питание, с момента рождения до последнего дня жизни человека, влияет на его организм. Отсюда в аспекте гигиены и экологии питания, продукты должны не только удовлетворять потребности человека в основных питательных веществах и энергии, но и выполнять профилактические и лечебные функции.

Концепция государственной политики, направленная на решение задач в области здорового питания населения Российской Федерации одобрена постановлением Правительства РФ от 10 августа 1998 года № 917. Следует детально проанализировать данные Института питания РАМН по выявлению нарушений полноценного питания. Концепция призвана решить следующие проблемы:

- обеспечение населения земного шара продуктами питания;
- энергетическое обеспечение;
- сырьевое обеспечение, в том числе регуляция водных ресурсов;
- экологическая безопасность, охрана окружающей среды;

- ингибция негативных последствий интенсификации промышленных технологий;
- флукциационные изменения окружающей среды.

Одной из важных и сложных проблем для населения земного шара является обеспечение продуктами питания. Следует стремиться к тому, чтобы продукты питания не только удовлетворяли потребности человека в основных питательных веществах и энергии, но и несли профилактические и лечебные функции. Собственно в этом и заключается концепция государственной политики, направленная на решение задач в области здорового питания населения Российской Федерации, одобренная постановлением Правительства РФ от 10 августа 1998 года № 917.

Под государственной политикой в области здорового питания следует понимать комплекс мероприятий, направленный на создание условий, обеспечивающих удовлетворение потребностей населения в рациональном здоровом питании с учетом его традиций, экономического положения, в соответствии с медицинскими требованиями в аспекте гигиены и экологии питания.

Вызывает опасность тот факт, что наблюдается стойкое ухудшение показателей здоровья населения России. В таблице 1 отражена средняя продолжительность жизни населения ряда стран и смертность от ишемической болезни сердца и онкологических заболеваний.

Эти две причины являются показательными, так как их развитие связано, в том числе и с уровнем питания, и с его экологической чистотой.

Когда ишемическая болезнь и злокачественные новообразования являются угрожающими в вопросах демографии страны, то следует провести параллель со снижением уровня грудного вскармливания, ухудшением антропометрических показателей роста и развития детей и подростков, а так же состоянием здоровья представителей населения страны пенсионного возраста. Требуется еще раз подчеркнуть, что одной из немаловажных причин этого является неудовлетворительное питание.

Как отмечают специалисты Института питания РАМН, к основным нарушениям полноценного питания, обусловленным недостаточным потреблением пищевых веществ, витаминов, макро – и микроэлементов, полноценных белков.

Также к не рациональным соотношениям пищи следует отнести:

- избыточное потребление животных жиров;
- дефицит полиненасыщенных жирных кислот;
- дефицит полноценных (животных) белков;
- дефицит витаминов, минеральных веществ, микроэлементов, пищевых волокон.

К основным витаминам относятся аскорбиновая кислота, рибофлавин (B2), тиамин (B1), фолиевая кислота, ретинол (A), токоферол, витамин E и др. Среди важных минеральных веществ следует указать кальций и железо, микроэлементов – селен, цинк, йод, фтор.

Таблица 1 - Средняя продолжительность жизни населения ряда стран и смертность от ишемической болезни сердца и онкологических заболеваний

Страна	Продолжительность жизни	Смертность на 100 тыс. населения возрастом от рождения до 65 лет	
		От ишемической болезни сердца	от злокачественных новообразований
Россия	65,6	135,9	122,3
Беларусь	69,0	143,1	114,8
Болгария	71,2	64,7	91,9
Англия	76,0	55,9	89,7
Германия	75,9	35,4	87,9
Франция	77,6	14,2	94,1
Финляндия	75,3	49,4	66,8

Украина	69,0	98,1	89,3
США	75,8	113,7	50,4
По Европе в целом	75,2	39,3	92,2
Страны третьего мира	50,2	174,9	203,4

Негативное влияние оказывает потребление некачественных, фальсифицированных, экологически не пригодных, опасных для здоровья человека продуктов. На устранение этих недостатков направлен закон РФ № 29 – ФЗ «О качестве и безопасности пищевых продуктов» (2 января 2000 год).

### Лабораторная работа 1

#### Классификация и воздействие на организм человека веществ, используемых в сельскохозяйственном производстве

Цель работы: Освоить концепции и принципы практической деятельности человека в области экологии человека.

Задачи: Охарактеризовать методы работы, направленные на повышение сознательности людей в области природопользования, здорового образа жизни и др.

Методические указания (ход работы):

Задание 1. Проанализируйте таблицу 1, укажите предполагаемые причины отличий между странами в продолжительности жизни населения и смертности. Выводы занесите в тетрадь.

Задание 2. Приведите динамику потребления основных продуктов питания и рекомендуемые нормы для полноценного питания (кг/год) в виде таблицы.

Задание 3. Проанализируйте данные Института питания РАМН по выявлению нарушений полноценного питания по таблице. По данным таблицы составьте гра-



фик динамики потребления выборочно по 4 типам продуктов явно отражающих изменения государственной политики в области здорового питания.

Задание 4. Укажите, с чем связана динамика потребления основных продуктов питания населения. Перечислите основные причины, и укажите пути возможного изменения ситуации в положительном направлении.

#### Задания и вопросы для самоконтроля знаний

1. Приведите основные критерии гигиены питания в аспекте безопасности продовольственных товаров.
2. Опишите пищевые продукты специального назначения: детского, диетического и лечебно – профилактического питания в аспекте экологии человека.
3. Расскажите об основных положениях государственной политики в области здорового питания.
4. Приведите классификацию современных продуктов питания.
5. Охарактеризуйте продукты питания пригодные к употреблению в разрезе гигиены и экологии.
6. Перечислите задачи государственной политики в области здорового питания.
7. Приведите определение государственной политики в области здорового питания.
8. Перечислите критерии, определяющие неудовлетворительное питание, как важнейшую причину демографических изменений страны.
9. Назовите важнейшие нарушения пищевого статуса России.
10. Назовите закон РФ направленный на устранение негативного влияния потребления некачественных продуктов.
11. Чем определяется технический прогресс пищевой промышленности страны.
12. Назовите критерии для создания новых поколения пищевых продуктов, отвечающих возможностям и реалиям сегодняшнего дня.

13. Приведите классификацию современных продуктов питания в разрезе гигиены и экологии.
14. По каким параметрам следует изучать структуру питания населения России?
15. Расскажите о первом направлении анализа химического состава пищевых систем, их полноценности и экологической безопасности.
16. Расскажите о втором направлении анализа химического состава пищевых систем, их полноценности и экологической безопасности.
17. Расскажите о третьем направлении анализа химического состава пищевых систем, их полноценности и экологической безопасности.

## Лабораторная работа 2

### Классификация и свойства природных токсинов в аспекте гигиены и экологии питания

На сегодняшний день актуальными являются проблемы безопасности продуктов питания, эффективность и объективность контроля качества пищевых продуктов, введение в норму производства концепции критической контрольной точки при анализе опасного фактора (ККТАОФ).

Принцип ККТАОФ – предупредительный контроль «критических моментов» в производстве продовольствия, а не проверка готовой продукции. Отсюда ответственность за определение критических точек в технологии производства безопасных продуктов возлагается на производителя. Использование ККТАОФ повышает конкурентоспособность продукта.

Выявление ККТАОФ складывается из двух операций. Первая заключается в выявлении опасных факторов и определении контрольных мер, вторая - установление критических контрольных точек.

Для изучения классификации посторонних и вредных веществ в пище, их путей поступления в продукты, следует учитывать, что к основным путям поступления в пищу чужеродных химических веществ (ЧХВ) и вредных компонентов в виде загрязнителей относятся следующие:

- из окружающей среды;
- в процессе технологической обработки;
- при контакте с оборудованием;
- при специальном вводе в виде пищевых добавок;
- без специального введения при обычном содержании в природных компонентах сырья вредных для здоровья человека веществ.

Окружающая среда остается главным источником загрязнения сырья и пищевых продуктов. Опасность состоит еще и в том, что в настоящее время появляются не сертифицированные, не прошедшие экспертизу технологии изготовления про-

дуктов питания. Широкое распространение получили непроверенные пищевые добавки, упаковочные материалы и т.д.

Задания:

1. Проанализируйте осуществление принципа ККТАОФ на практических примерах работы региональных и федеральных предприятий региона.
2. Приведите примеры и охарактеризуйте поступление в пищу чужеродных химических веществ (ЧХВ) и вредных компонентов в виде контаминантов-загрязнителей.
3. Окружающая среда - главный источник загрязнения сырья и пищевых продуктов. Приведите примеры. Охарактеризуйте прогнозы.
4. Охарактеризуйте опасность экологии человека от не сертифицированных технологии изготовления продуктов питания, пищевых добавок, упаковочных материалов.
5. Охарактеризуйте концепции гигиены и экологии питания
6. Проанализируйте безопасность пищевых продуктов, классификацию чужеродных веществ и пути их поступления в продукты питания в зависимости от экологической обстановки в районе (на выбор) региона
7. Приведите примеры чужеродных и вредных веществ пищи
8. Изучите и занесите в тетрадь схему «Классификация вредных и чужеродных веществ в пищевом сырье, питьевой воде».

Задания и вопросы для самоконтроля знаний

1. Из каких критериев складывается безопасность продуктов питания?
2. Какова классификация вредных веществ, поступающих в организм человека с пищей?
3. Что такое безопасность продуктов питания?
4. Каковы пути поступления вредных веществ, попадающих в организм человека с пищей?

5. В чем заключается концепция ККТАОФ, призванная обеспечить безопасность пищевых продуктов?
6. В чем заключаются операции выявления ККТАОФ?
7. В чем выражено повышение ответственности за эффективность и объективность контроля качества пищевых продуктов?
8. пищевые продукты специального назначения: детского, диетического и лечебно – профилактического питания.
9. Укажите основные аспекты экологии питания и безопасности продовольственных товаров.
10. Проанализируйте гигиену питания в аспекте безопасности продовольственных товаров.

## Раздел 2. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПРИНЦИПЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Загрязнение продовольственного сырья и пищевых продуктов чужеродными веществами или ксенобиотиками, напрямую зависит от степени загрязнения окружающей среды. Антропогенная токсикация приобрела ощутимые масштабы, ее действие наносят реальный вред генофонду человека.

Ксенобиотики – вещества, попадающие в окружающую среду в результате антропогенной деятельности человека, накапливающиеся в почвах, водоемах и распространяющиеся с атмосферными и водными потоками.

Отсюда, актуальным является анализ следующих факторов:

- поступление ксенобиотиков из окружающей среды в организм человека;
- меры токсичности веществ;
- токсичные элементы;
- радиоактивное загрязнение.

О количественной характеристике токсичности веществ судят по результатам воздействия исходного вещества на живой организм с учетом индивидуальной реакции, индивидуальной вариабельности, общей восприимчивости к действию токсина. Летальную дозу (ЛД) – дозу, вызывающую при однократном введении гибель 50 или 100 % экспериментальных животных, определяют в размерности концентрации мг/кг.

При хронической интоксикации следует учитывать кумулятивные свойства нескольких чужеродных веществ при одновременном и последовательном их поступлении в организм. Это называют комбинативными эффектами токсинов (антагонизм и синергизм).

Опасны отдаленные последствия воздействия чужеродных веществ (ЧВ) на генофонд. К таковым относятся канцерогенные, мутагенные и тератогенные эффекты действия ксенобиотиков.

На основе токсикологических критериев с точки зрения гигиены питания приняты следующие показатели: ПДК (предельно-допустимая концентрация); ДСД (допустимая суточная доза); ДСП (допустимое суточное потребление).

Весьма обширную и опасную в токсикологическом плане группу химических веществ представляют 14 элементов: Hg, Pb, Cd, As, Sb, Sn, Zn, Al, Be, Fe, Cu, Ba, Cr, Tl.

Следует уделить внимание радиоактивному загрязнению пищевых продуктов. Радионуклиды естественного происхождения обнаруживаются во всех объектах неживой и живой природы. К ним относят: космогенные радионуклиды  $^3\text{H}$ ,  $^7\text{Be}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{22}\text{Na}$ ,  $^{24}\text{Na}$ ; присутствующие в объектах окружающей среды  $^{40}\text{K}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ .

Радон – благородный газ, который образуется при распаде изотопа  $^{226}\text{Ra}$  и поступает в организм ингаляционным путем. Человек контактирует с радоном в каменных и кирпичных жилых зданиях (особенно в подвалах и на нижних этажах), так как основным источником его является почва в местах строительства и собственно строительные материалы. Радиоактивность последних (мкЗв/год) такова: дерево 0; известняк, песчаник 0...100; кирпич, бетон 100...200; естественный камень, производственный гипс 200...400; шлаковый камень, гранит 400...2000. Высокое содержание радона может быть в подземных водах. Аэрация – доступный и эффективный способ удаления радона из воды. Обогащение атмосферы естественными радионуклидами происходит в результате производственной деятельности человека, связанной с добычей полезных ископаемых, сжиганием органического топлива, созданием минеральных удобрений и т. д.

Одной из причин создания радионуклидов искусственного происхождения, явилась необходимость использования ядерной энергии на АЭС.

К распространенным радионуклидам искусственного происхождения относят:  $^{14}\text{C}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{89}\text{Sr}$ ,  $^{106}\text{Ru}$ ,  $^{144}\text{Ce}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{95}\text{Zr}$ .

При действии радионуклидов в клетке угнетаются процессы окислительного фосфорилирования, изменяются физико-химические свойства нуклеопротеидов, в результате чего происходят количественные и качественные изменения в ДНК, нарушаются процессы транскрипции и трансляции. Кроме этого, угнетаются энерге-

тические процессы, выброс в цитоплазму ионов  $K^+$  и  $Na^+$ , нарушаются функции мембран. Одновременно возможны все виды мутаций: геномные мутации (кратные изменения гаплоидного числа хромосом), хромосомные мутации или хромосомные aberrации (структурные или численные изменения хромосом), генные или точечные мутации (изменения молекулярной структуры генов, в результате чего синтезируются белки, утратившие свою биологическую активность).

Клетка поражается в три этапа:

I этап – физический, когда происходит ионизация и возбуждение макромолекул; при этом поглощенная энергия реализуется в слабых местах (в белках – SH-группы, в ДНК - хромофорные группы тимина, в липидах - ненасыщенные связи);

II этап – химические преобразования. На этом этапе происходит взаимодействие радикалов белков, нуклеиновых кислот, липидов с водой, кислородом, с радикалами воды. Перечисленное приводит к образованию гидроперекисей, ускоряет процессы окисления, вызывает множественные изменения молекул. В результате этого начальный эффект многократно усиливается. Разрушается структура биологических мембран, усиливаются другие процессы деструкции, высвобождаются ферменты, наблюдается изменение их активности;

III этап – биохимический. На этом этапе происходят нарушения, которые связаны с высвобождением ферментов и изменением их активности. Различные ферментные системы реагируют на облучение неоднозначно. Активность одних ферментов после облучения возрастает, других - снижается, третьих – остается неизменной. К числу наиболее радиочувствительных процессов в клетке относится окислительное фосфорилирование. Нарушение этого процесса отмечается через 20...30 минут при дозе облучения 100 рад. Оно проявляется в повреждении системы генерирования АТФ, без которой не обходится ни один процесс жизнедеятельности.

Высокой чувствительностью обладают ДНК-комплексы (ДНК клеточного ядра в комплексе со щелочными белками, РНК, ферментами). Предполагается, что в этом случае в первую очередь поражаются связи белок – белок и белок-ДНК.

Облучение целостного организма приводит к снижению гликогена в скелетных мышцах, печени и ряде других тканей в результате нейрогуморальной реакции



на облучение. Кроме этого обнаруживается нарушение процессов распада глюкозы (гликолиз) и высокополимерных полисахаридов.

При действии ионизирующих излучений на липиды происходит образование перекисей. Этим процессам придают особое значение в развитии лучевого поражения, т. к. это приводит к разрушению клеточных мембран и гибели клетки.

В организме при его облучении наблюдается снижение общего содержания липидов, их перераспределение между различными тканями с увеличением уровня в крови и печени (что, вероятно, связано с изменениями углеводного обмена). Кроме того, наблюдается угнетение ряда антиоксидантов, что, в свою очередь, также способствует образованию токсичных гидроперекисей.

По характеру распределения в организме человека радиоактивные вещества можно условно разделить на следующие три группы.

1. Отлагающиеся преимущественно в скелете (остеотропные изотопы – стронций, барий, радий и другие).

2. Концентрирующиеся в печени (церий, лантан, плутоний и другие).

3. Равномерно распределяющиеся по системам (водород, углерод, инертные газы, железо и другие). Причем, одни имеют тенденцию к накоплению в мышцах (калий, рубидий, цезий), а другие – в селезенке, лимфатических узлах, надпочечниках (ниобий, рутений).

Особое место занимает радиоактивный йод, он селективно аккумулируется щитовидной железой. Так же токсикантами являются диоксиноподобные соединения, полициклические ароматические углеводороды в аспекте мутагенной, тератогенной и канцерогенной активности.

Диоксины являются высококачественными соединениями, представляющими угрозу загрязнению пищевых продуктов и воды, обладающими мутагенными, тератогенными и канцерогенными свойствами. Они обнаружены в составе отходов металлургии, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности, а также при производстве пластмасс, пестицидов, дефолиантов (веществ, вызывающих опадение листьев). Диоксины и диоксинподобные соединения образуются при уничтожении отходов мусора, на тепловых электростанциях, присутствуют в вы-

хлопных газах автомобилей, при горении синтетических покрытий и масла, т.е. практически везде, где ионы хлора (брома) или их сочетания взаимодействуют с углеродом в кислой среде. К опасным диоксинам относятся 2,3,7,8-тетрахлордибензопара – диоксин (ТХДД) и его 22 изомера, 2,3,7,8-тетрахлордибензофуоан (ТХДФ) и его 38 изомеров, различные полихлорированные бифенилы, не содержащие атомы кислорода, включающие несколько десятков семейств трициклических кислородсодержащих ксенобиотиков и т.д.

Среди основных продуктов опасная концентрация диоксинов обнаруживают в животных жирах, мясе, молочных продуктах, рыбе; меньшая концентрация обнаружено в картофеле и моркови. Содержание диоксинов определяется несвойственной, завышенной жирностью этих продуктов, т.к. являются жирорастворимыми соединениями.

Для диоксинов не существует норм ПДК (предельно допустимая концентрация). Эти вещества суперэкоотоксиканты при любых концентрациях, меняются лишь форма его проявления.

Для товароведческой и биоэкологической экспертизы сложность заключается в том, что в различных странах широк диапазон санитарных норм по диоксину. Так в Европе за основной критерий принят показатель онкогенности, в США – показатель иммунотоксичности и т.д.

Расчет ДСД (допустимой суточной дозы) в частности по диоксину ведется из расчета, чтобы за 70 лет жизни в организм человека поступило не больше 10 ... 11 г/кг в день.

В России проводится экологический мониторинг по диоксинам в различных отраслях промышленности; В США, Швеции и в странах Западной Европы сортируют бытовые отходы, выделяя пластмасс.

К наиболее активным канцерогенам среди полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), которых насчитывается более 200, относят 3,4- бензаперен (компонент сажи и смолы), а так же холантрен, перилен и дибензаперен.

К малотоксичным ПАУ относят антрацен, фенантрен, пирен, флуорантен. Канцерогенная активность этих веществ обусловлена бензапереном, по присут-

ствию которого в пищевых продуктах судят о степени онкогенной опасности продуктов питания для человека.

Канцерогенные ПАУ образуются путем абиогенных процессов. В течение года в биосферу поступают тысячи тонн ПАУ природного происхождения, которые образуются в процессах сгорания нефтепродуктов, угля, дерева, мусора, пищи, табака. Следует учитывать, что чем ниже температура окружающей среды, тем больше образуется ПАУ.

В экологически чистых растениях, представляющих собой пищевое сырье, концентрация бензапирена 0,03 ... 1,00 мкг/кг, причем при термической обработке в условиях не лицензированной технологии приготовления продуктов питания, его содержание возрастает более 50 мкг/кг. В загрязнении пищевых продуктов ПАУ играют отрицательную роль некачественные полимерные упаковочные материалы. В частности жир молока экстрагирует до 95 % бензапирена из парафинобумажной упаковки. Приемлемо, чтобы взрослый человек с пищей в год получал ПАУ 0,006 мг, тогда как в интенсивно загрязненных районах концентрация в пище возрастает более чем в 5 раз. Таким образом, бензапирен попадает в разряд опасных пищевых загрязнителей.

### Лабораторная работа 3.

#### Гигиена и экология питания

##### Вопросы:

1. Методы определения микотоксинов и контроль за загрязнением ими пищевых продуктов.
2. Канцерогенная активность природных токсикантов.
3. Афлатоксины – общая характеристика и направления воздействия на организм человека.
4. Охратоксины – общая характеристика и направления воздействия на организм человека.

## 5. Трихотеценовые микотоксины (ТТМТ) – общая характеристика и направления воздействия на организм человека.

Изучая структуру, продуценты, физико-химические свойства, механизм действия, факторы влияющие на токсинообразование, биологическое действие, типы загрязнения пищевых продуктов, ПДК, виды детоксикации природных токсинов на примере природных токсинов бактериальной природы, микотоксинов, а именно афлатоксинов, охротоксинов, зеараленона и его производных, патулина, микотоксинов, продуцируемых микроскопическими грибами рода *Penicillium* (лютеоскирин, циклохлоротин, цитреовиридин, цитринин), можно освоить методы определения микотоксинов и контроль за загрязнением ими пищевых продуктов.

Природные токсины не уступают по канцерогенной активности антропогенным ксенобиотикам. В лекционном курсе были рассмотрены бактериальные токсины на примере наиболее часто регистрируемых интоксикаций поражающих продукты: *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli*; а так же микотоксины на примере зеараленона и его производных; патулина; микотоксинов, продуцируемых микроскопическими грибами рода *Penicillium* (лютеоскирин, циклохлоротин, цитреовиридин, цитринин).

Афлатоксины представляют собой опасную группу микотоксинов, обладающих канцерогенными свойствами. Семейство афлатоксинов включает 4 представителя (B1, B2, G1, G2) и 10 производных и метаболитов (M1, M2, B2a, G2a, GM1, P1, Q1 и др.). Продуцентами афлатоксинов являются штаммы 2 видов микроскопических грибов: *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus*.

К физико-химическим свойствам афлатоксинов следует отнести их способность флуоресцировать при воздействии длинноволнового ультрафиолетового излучения; они слабо растворимы в воде, не растворимы в неполярных растворителях, и, наоборот, при средней полярности в хлороформе, метаноле они легко растворяются. Их растворы стабильны в хлороформе и бензоле, причем при хранении в темноте и на холоде, стабильность сохраняется в течение нескольких лет. В химически чистом

виде афлатоксины нестабильны, чувствительны к действию воздуха, света, ультрафиолетового излучения.

Особо следует подчеркнуть, что афлатоксины весьма стойки, практически не разрушаются в процессе кулинарной и технологической обработке загрязненных пищевых продуктов.

С биологической точки зрения, действие афлатоксинов на организм человека происходит в 2 направлениях: как остро токсическое действие, и как отдаленные последствия опасности. В первом случае афлатоксины это сильные гепатропные яды, действующие на печень. Во втором случае представляет угрозу канцерогенный и мутагенный эффект афлатоксинов.

Особое внимание следует уделить охратоксинам, представляющим собой высокотоксичные вещества с тератогенным эффектом, продуцентами которых являются микроскопические грибы рода *Aspergillus*, *Penicillium*. Их основными растительными субстратами, являются зерновые культуры. Следует указать, что уровень загрязнения кормового зерна в Канаде, Польше и Австрии опасно высок, отсюда в их продукции (ветчина, бекон, колбаса) часто обнаруживается не допустимое количество охратоксинов. В России проблема снижения этого токсиканта решается следующим образом: при длительном прогревании (300 °С) загрязненной пшеницы содержание охратоксина снижается на 30 %. Следует указать, что охратоксины поражают почки, лимфоидную ткань, желудочно-кишечный тракт; в присутствии больших доз этого вещества поражается печень.

Еще одними микотоксинами, представляющими опасность при загрязнении ими пищевых продуктов, являются трихотеценовые микотоксины (ТТМТ), представителей которых известно более 40. Они являются метаболитами представителей микроскопических грибов рода *Fusarium*, обладают высокой токсичностью, являются возбудителями гниения растительного сырья и, как следствие, в результате их воздействия наблюдаются алиментарные токсикозы у животных и человека. К алиментарным токсикозам относятся, в частности, токсикоз «пьяного хлеба», акабаби – токсикоз, алейкия. Все они характеризуются очаговостью, сезонностью, неравно-

мерностью вспышек. Микотоксины этой группы распространены в странах Европы, Северной Америки.

Необходимо отметить, что в одном и том же продукте можно обнаружить одновременно несколько микотоксинов.

Задание 1. Охарактеризуйте загрязнение продовольственного сырья и пищевых продуктов ксенобиотиками.

Задание 2. Охарактеризуйте факторы, определяющие нарушение экологии человека в результате антропогенной воздействия.

Задание 3. Охарактеризуйте, в чем заключается количественная характеристика токсичности веществ.

Задание 4. Охарактеризуйте антагонизм и синергизм.

Задание 5. Охарактеризуйте радиоактивное загрязнение пищевых продуктов.

Задание 6. Охарактеризуйте этапы поражения клетки при облучении целостного организма.

#### Задания и вопросы для самоконтроля знаний

1. Охарактеризуйте характер распределения в организме человека радиоактивных веществ.
2. Охарактеризуйте диоксиноподобные соединения, полициклические ароматические углеводороды, как токсиканты в аспекте мутагенной, тератогенной и канцерогенной активности.

#### Лабораторная работа 4.

Классификация чужеродных веществ и пути их поступления в продукты питания. Вещества, определяющие основные факторы опасности сырья и продуктов питания

Цель работы: Охарактеризовать окружающую среду в качестве основного источника загрязнения сырья, жилища и пищевых продуктов

Задачи: Проанализировать методы борьбы с экотоксикантами и пути их поступления в окружающую среду.

Методические указания (ход работы):

Задание 1. Приведите структурные формулы диаксина и диаксинподобных соединений, а именно ТХДД, ТХДФ, их различных сочетаний, бифенила.

Задание 2. Опишите методы борьбы с диаксинами в различных странах мира.

Задание 3. Объясните явление синергизма по отношению к действию диаксинов и диаксинподобных веществ.

Задание 4. Приведите структурные формулы канцерогенных ПАУ, а именно бензаперена, дибензаперена, холантрена, перилена, антроцена, фенонтрена, пирена, флуорантена.

Задание 5. Занесите в тетрадь таблицу, с указанием нормы содержания бензапирена в различных пищевых продуктах.

#### Задания и вопросы для самоконтроля знаний

1. Опишите диоксины – высокотоксичные соединения, обладающие мутагенными, тератогенными и канцерогенными свойствами, представляющие реальную угрозу загрязнению пищевых продуктов.

2. Опишите полициклические ароматические углеводороды – обладающие мутагенными, тератогенными и канцерогенными свойствами, представляющие реальную угрозу загрязнению пищевых продуктов.
3. Что такое ксенобиотики?
4. По какой схеме поступают ксенобиотики из окружающей среды в организм человека?
5. По каким параметрам определяют количественную характеристику токсичности веществ?
6. Приведите основные характеристики токсичности веществ и их аббревиатуры.
7. В чем заключается классификация веществ по признаку острой токсичности?
8. Что принято указывать в токсикологических экспериментах помимо аббревиатуры токсичности?
9. Какие факторы, меры токсичности учитываются в экспериментах с животными?
10. Что подразумевают под кумулятивными свойствами?
11. В чем заключается комбинированный эффект токсичности веществ?
12. Какие два комбинированных эффекта Вам известны, опишите их.
13. Какие формы опасности вызывают отдаленные последствия с хроническим воздействием токсичных веществ?
14. Какие базисные показатели приняты ООН, органами здравоохранения отдельных государств?
15. Что такое ПДК, ДСД, ДСП?



## Лабораторная работа 5.

### Антиалиментарные факторы питания

Вопросы:

1. Факторы антиалиментарного питания.
2. Биогенные амины и алколоиды в аспекте экологии человека.
3. Антиметаболиты и специфические инактиваторы витаминов.
4. Яды пептидной природы.
5. Противоречивые факторы антиалиментарного питания (алкоголь и др.).

Изучая указанную тему, следует стремиться определить значимость ингибиторов пищеварительных ферментов, антивитаминовых комплексов; проанализировать их действие, а так же действие цианогенных глюкозидов, биогенных аминов, алкалоидов, ядов пептидной природы, алкоголя. Охарактеризовать факторы, снижающие усвоение минеральных веществ.

В лекционном курсе мы подробно рассмотрели классификацию ингибиторов пищеварительных ферментов, механизм действия этих соединений, группы антивитаминов на примере лейцина, индолилуксусной кислоты, ацетилпипридина, аскорбатоксидозы, тиаминазы, линатина, авидина, гидрогенизированных жиров, дали определение антиалиментарных факторов питания.

Итак, к ингибиторам пищеварительных ферментов относятся следующие семейства: соевого ингибитора трипсина (ингибитора Кунитца), соевого ингибитора Баумана-Бирка, картофельных ингибиторов I-II, ингибитора трипсина/амилазы. Они рассматриваются, как высоко термостабильные, их антиалиментарные свойства зависят от аминокислотного состава.

Наличие избытка цианогенного гликозида в растительном сырье в дальнейшем при их переводе в продукты питания у человека вызывает поражение нервной системы.

Помимо этого, превышение нормы биогенных аминов (серотонина, тирамина, гистамина), которые чаще всего обнаруживаются в ферментированных

продуктах (например, в сыре) наносит серьезный ущерб сердечно-сосудистой системе организма человека, обладая сосудосуживающим эффектом.

Весьма обширным классом, оказывающим антиалиментарное воздействие на человека, являются алкалоиды. Динамика их воздействия от ядовитого до лекарственного. К ним относятся наркотики ЛСД, морфин, кофеин. Следует выделить стероидные алкалоиды соланины и чаконины, выделенные из картофеля. Это вещества средней токсичности, которые находятся в позеленевшей части клубня, и вызывают типичные признаки отравления, так как несут антихолинэстеразную активность.

Следует уделить внимание двум группам авитаминов. Первая из которых представлена антиметаболитами, а вторая специфическими инактиваторами витаминов. К авитаминам относятся лейцин, индолилуксусная кислота, ацетилпиридин, аскорбатоксиды, тиаминаза, линатин, авидин, гидрогенизированные жиры. Анализируя антиалиментарные факторы питания, следует принимать во внимание различные гипервитаминозы.

Следующими факторами антиалиментарного питания являются факторы, снижающие усвоение минеральных веществ, к которым относятся оксалаты, фитин, танины, дубильные вещества и кофеин.

Отдельным фактором антиалиментарного питания являются яды пептидной природы (антибиотики, гормоны и природные токсины, в частности, яд бледной поганки).

К противоречивым факторам антиалиментарного питания обычно относят алкоголь. Алкоголь не является источником пищевых веществ. являясь, таким образом, рафинированным продуктом питания, имеющим лишь энергетическую ценность. Алкоголь синтезируется ферментными системами организма и является эндогенным продуктом метаболизма, используемым в энергетических целях. Превышение ПДК алкоголя в крови приводит к специфическим нарушениям обмена веществ.

Выше изложенное свидетельствует о том, что необходимо учитывать компоненты пищи, способные оказывать не благоприятное воздействие при со-

ставлении рационов питания, при товароведческой экспертизе, при стандартизации ряда технологических процессов.

Цель работы: Охарактеризовать антиалиментарные факторы питания

Задачи: Проанализировать ПДК и структуру гликозидов, биогенных аминов, алкалоидов и других ядовитых веществ.

Методические указания (ход работы):

Задание 1. Приведите формулу образования синильной кислоты из амикдалина, представляющего собой цианогенный гликозид.

Задание 2. Приведите структурные формулы биогенных аминов на примере серотонина, тирамина, гистамина. Укажите ПДК этих веществ.

Задание 3. Опишите основные алкалоиды (ЛСД, морфин, кофеин, теобромин, теофиллин), приведите их структурные формулы, ПДК.

Задание 4. Назовите опасные стероидные алкалоиды. Приведите структурную формулу соланина.

Задание 5. Укажите особенности состава гликоалкалоидов картофеля, сопоставив структурные компоненты.

Задание 6. Приведите структуру аманитина – ядовитого циклопептида бледной поганки.

Задание 7. Приведите схему расщепления этанола в организме человека.

#### Задания и вопросы для самоконтроля знаний

1. Дайте определение антиалиментарным факторам питания.
2. Какие вещества относят к ингибиторам пищеварительных ферментов?
3. В чем заключается механизм действия ингибиторам пищеварительных ферментов?
4. Перечислите группы на которые делят белки – ингибиторы растительного происхождения.
5. Охарактеризуйте ингибитор Кунитсия.

6. Охарактеризуйте ингибитор Баумана-Бирка.
7. Охарактеризуйте ингибиторы химотрипсина и трипсина.
8. Охарактеризуйте «двухглавые» ингибиторы.
9. Дайте определение цианогенным гликозидам.
10. Опишите лимарин и амикдалин, как преедставителей антиалиментарных факторов питания.
11. Охарактеризуйте биогенные амины. Приведите их структурные формулы, ПДК.
12. Охарактеризуйте биогенные алкалоиды. Приведите их структурные формулы, ПДК.
13. Охарактеризуйте биогенные стероидные алкалоиды. Приведите их структурные формулы, ПДК.
14. Какие две группы антивитаминов Вам известны?
15. Охарактеризуйте антивитаминную активность лейцина, индолилуксусной кислоты, ацетилпиредина, аскорбатоксидазы.
16. Приведите реакцию окисления аскорбиновой кислоты.
17. Охарактеризуйте антивитаминную активность тиаминазы, линатина, авидина, гидрогенизированных жиров.
18. Приведите факторы, снижающие усвоение минеральных веществ, на примере оксалатов.
19. Приведите факторы, снижающие усвоение минеральных веществ, на примере фитина.
20. Охарактеризуйте яды пептидной природы, на примере аманитина.
21. Охарактеризуйте алкоголь, как антиалиментарный фактор питания.
22. Приведите схему окисления алкоголя в организме человека.
23. Опишите цианогенные гликозиды, как антиалиментарные факторы питания.
24. Опишите биогенные амины, алкалоиды, яды пептидной природы, как антиалиментарные факторы питания.

## Лабораторная работа 6.

### Основы и принципы рационального питания

Вопросы:

1. Историческое становление теории и концепции питания.
2. Принципы рационального питания.
3. Пищевая ценность продуктов, оптимальные соотношения микро- и макроэлементов пищи.
4. Физиологические аспекты биохимии пищевых веществ.
5. Ферменты – биологически активные вещества.

В лекционном курсе подробно рассматриваются вопросы исторического становления, теории и концепции питания, а именно формирование научных представлений о питании и роли пищевых веществ, теория сбалансированного питания, формула сбалансированного питания по А. А. Покровскому, теория адекватного питания А. М. Уголева. Одновременно освещаются три принципа рационального питания, пищевая ценность продуктов и оптимальные соотношения микро- и макроэлементов пищи.

В основу рационального питания заложены вопросы, освещающие физиологические аспекты биохимии пищевых веществ, основные пищеварительные процессы, процессы переваривания макронутриентов и нормы их потребления, а так же специфические физиологические свойства пищевых волокон.

Пищевые продукты (хлеб, мясо, рыба, овощи, молоко и др.) содержат все необходимые для жизни вещества: воду, минеральные соли и органические соединения – белки, жиры, углеводы и витамины.

Белки, жиры и углеводы – это питательные вещества. Они синтезируются растениями из неорганических веществ с помощью солнечной энергии. Животные строят свое тело из питательных веществ растительного (травоядные) или животного (хищные) происхождения.

Питательные вещества, поступающие в организм с пищей. Это строительный материал и одновременно источник энергии, необходимой для поддержания жизни организма. При распаде и окислении белков, жиров и углеводов выделяется разное, но постоянное для каждого вещества количество энергии, характеризующее их энергетическую ценность.

Попав в организм, пищевые продукты подвергаются механическим изменениям - измельчаются, смачиваются, расщепляются на более простые соединения, растворяются в воде и всасываются. Совокупность процессов, в результате которых питательные вещества из окружающей среды переходят в кровь, называется пищеварением.

Ферменты – биологически активные белковые вещества, которые катализируют (ускоряют) химические реакции. В процессах пищеварения пищеварительные ферменты играют исключительно важную роль, катализируют реакции гидролитического расщепления питательных веществ; сами они при этом не изменяются.

Основные свойства ферментов такие:

- 1) специфичность действия – каждый фермент расщепляет питательные вещества только определенной группы (белки, жиры, углеводы) и не расщепляет другие;
- 2) ферменты действуют только в определенной химической среде – одни в щелочной, другие в кислой;
- 3) наиболее активно ферменты действуют при температуре тела, а при температуре 70...100 °С они разрушаются;
- 4) небольшое количество фермента может расщепить большую массу органического вещества.

Содержание питательных веществ в разных пищевых продуктах и их энергетическая ценность (на 100 г продукта) приведены в таблице 2.

Цель работы: Охарактеризовать основы и принципы рационального питания.

Задачи: Изучить нормы потребления продуктов и коэффициенты энергетической ценности.

Таблица 2 – Содержание питательных веществ в разных пищевых продуктах и их энергетическая ценность (на 100 г продукта)

Пищевой продукт	Питательные вещества, г			Энергетическая ценность, ккал
	белки	жиры	углеводы	
Мука пшеничная	11,0	1,1	69,9	341,9
Хлеб пшеничный	6,4	1,2	45,4	223,5
Хлеб ржаной	7,8	0,8	40,2	192,6
Макаронны	11,0	0,8	74,2	356,8
Крупа гречневая	13,4	2,5	66,4	351,0
Рис	6,4	0,9	72,8	333,1
Фасоль	16,2	1,9	50,6	291,8
Говядина	14,2	9,4	0,7	143,2
Печень телячья	18,0	4,0	2,9	123,0
Свинина нежирная	14,2	18,8	-	234,8
Сало	6,0	94,0	-	898,3
Куриное мясо	19,0	4,5	-	119,8
Судак	9,7	0,4	-	43,5
Молоко коровье	3,2	3,5	4,7	76,2
Сметана	2,5	30,2	2,3	300,5
Творог жирный	22,5	19,9	3,4	291,3
Масло сливочное	0,5	79,3	0,5	741,6
Масло растительное	-	90,8	-	928,0
Яйца	12,0	11,4	0,5	157,2
Мёд пчелиный	0,3	-	77,2	317,7
Сахар	-	-	98,9	405,5
Капуста белокочанная	1,4	-	4,5	24,4
Лук зеленый	1,0	-	3,7	19,6
Картофель	1,4	0,2	15,0	69,1
Морковь	1,0	0,2	7,4	36,6
Виноград	0,6	-	14,6	62,2
Яблоки	0,4	-	10,1	43,1

Методические указания (ход работы):

Задание 1. Опишите процессы переваривания макронутриентов.

Задание 2. Приведите нормы потребления макронутриентов.

Задание 3. Приведите коэффициенты энергетической ценности продуктов.

### Задания и вопросы для самоконтроля знаний

1. Перечислите физиологические аспекты химии пищевых веществ.
2. Перечислите основные пищеварительные процессы.
3. Приведите процессы переваривания макронутриентов.
4. Как происходило формирование научных представлений о питании и роли пищевых веществ?
5. В чем заключается теория сбалансированного питания?
6. Приведите формулу сбалансированного питания по А.А. Покровскому.
7. Каковы нормы потребления макронутриентов?
8. Охарактеризуйте теорию адекватного питания А.М. Уголева.
9. Изучите специфические физиологические свойства пищевых волокон.
10. Приведите первый принцип рационального питания.
11. Приведите коэффициенты энергетической ценности.
12. Определите, что означает - пищевая ценность продуктов?
13. В чем заключается второй принцип рационального питания. Опишите биологическую эффективность, как показатель качества жировых компонентов.
14. Каковы оптимальные соотношения микро- и макроэлементов пищи?
15. Приведите третий принцип рационального питания
16. Проанализируйте известные вам из курса физиологии процессы пищеварения в аспекте экологии человека. Работу оформите в виде реферата. Ниже приведен вспомогательный материал необходимый для выполнения задания.



## ВОПРОСЫ ДЛЯ ЭКЗАМЕНА

1. Место экологии человека в системе наук. Методологические основы экологии человека (ЭЧ).
2. Историческое единство окружающей среды и здоровья человека. Предмет и объекты ЭЧ. Различные точки зрения на предмет ЭЧ.
3. Аксиомы экологии человека. Положение ЭЧ в системе экологического комплекса знаний. ЭЧ и география.
4. Глобальные экологические проблемы ЭЧ. Актуальность научных исследований ЭЧ в оптимизации окружающей среды.
5. Демографическая информация в исследованиях по экологии человека. Антропосфера. Социальная и биологическая эволюция человека.
6. Антропоэкосистемы на различных этапах истории. Хозяйственно-культурные типы и антропогеоценозы.
7. Демографическое развитие человечества и смена культур (общие тенденции). Экология, генетика и поведение человека. Этническая экология.
8. Семья в антропоэкологических исследованиях. Сексуальная революция и ее последствия. Демографические проблемы.
9. Экологические проблемы брака и семьи. Интеллектуальное развитие, интеллектуальная деятельность в различных экологических условиях.
10. Урбанизация и здоровье человека. Гиподинамия. Стресс и другие психологические проблемы. Курение, алкоголизм, наркомания.
11. Инфекционные и неинфекционные болезни. Основные механизмы и закономерности эпидемиологических процессов.
12. История глобальных эпидемий человека. Войны и эпидемии. Современные глобальные и региональные эпидемиологические особенности.

13. Иммунологические проблемы. Понятие о валеологии (здоровом образе жизни).
14. Культурно-географические аспекты отдыха. Организация охраны здоровья населения.
15. Питание. Зависимость характера пищи от среды обитания. Географическое распределение болезней, связанных с алиментарной недостаточностью.
16. Безопасность пищевых продуктов. Классификация чужеродных веществ и пути их поступления в продукты питания.
17. Классификация и свойства природных токсинов в аспекте гигиены и экологии питания.
18. Антиалиментарные факторы питания.
19. Антропоэкологические особенности сельской местности. Историческая антропоэкология.
20. Природные токсиканты.
21. Загрязнения веществами, применяемыми в растениеводстве и животноводстве. ЭЧ и другие науки, изучающие проблемы взаимоотношений человека с окружающей средой (медицинская география, гигиена и др.).
22. Экологические аспекты медицины.
23. Эпидемиологические последствия различных форм преобразования природы (земледелие, эксплуатация лесов и лесоустроительные работы, сооружение искусственных водохранилищ, орошение засушливых территорий, осушение переувлажненных и заболоченных регионов, интенсификация животноводства, строительные работы).
24. Пути предупреждения негативных эпидемиологических последствий преобразования природы.
25. Город и горожане. Жилище – экологическая ниша горожанина.
26. Комплексное воздействие антропогенных факторов (промышленности, транспорта, прочих отраслей и сфер деятельности).

27. Состояние и оптимизация среды обитания. Заболевания, вызванные антропогенным загрязнением окружающей среды.
28. Проблемы синергетического воздействия факторов техногенной среды на организм и личность человека. Загрязнение космического пространства.
29. Проблемы космической и авиационной экологии. Искусственная биосфера.
30. Региональные закономерности распространения болезней. Роль генотипических и фенотипических особенностей в распространении патологий.
31. Понятие о краевой патологии. Задачи оптимизации окружающей среды в конкретных природоохранных проектах.
32. Элементы социальной адаптации, направленные на оптимизацию процессов жизнедеятельности населения.
33. Роль ЭЧ при освоении новых регионов. Программа изучения конкретной территории с позиций ЭЧ. Прогнозы и возможные сценарии будущего человечества.
34. Экологическая ниша вида *Homo sapiens*. Человек как паноткуменный вид.
35. Экология человечества: естественные пределы численности человеческой популяции, биопродуктивность и ресурсы биосферы.
36. Морфофизиологическая изменчивость человеческого организма.
37. Норма реакции и географические условия среды.
38. Экологическая дифференциация человечества.
39. Понятие об адаптации и акклиматизации человека.
40. Общие закономерности адаптивного процесса.
41. Специфическая и неспецифическая адаптация. Механизмы адаптации. Условия, влияющие на адаптацию.
42. Типы адаптации. Адаптация и наследственность. Врожденные аномалии.

43. Генетическая адаптация, генетические манипуляции, генная инженерия и биотехнология.
44. Практическая деятельность в области экологии человека
45. Гигиена и экология питания человека.
46. Окружающая среда – основной источник загрязнения сырья, жилища и пищевых продуктов.
47. Природные токсиканты в растениеводстве и животноводстве
48. Природные токсиканты в аспекте гигиены и экологии питания
49. Антиалиментарные факторы питания
50. Основы и принципы рационального питания

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»**

**Утверждаю:**

Председатель учебно-методической комиссии  
по направлению подготовки 06.03.01 Биология

  
О. А. Федосова  
30 августа 2019 года

**ПРОГРАММА**  
**ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

<b>Уровень профессионального образования</b>	<b>бакалавриат</b> <hr/> <small>(бакалавриат, специалитет, магистратура)</small>
<b>Направление подготовки/специальность</b>	<b>06.03.01 Биология</b> <hr/> <small>(полное наименование направления подготовки/специальности)</small>
<b>Направленность (профиль) программы</b>	<b>Биоэкология</b> <hr/> <small>(полное наименование направленности (профиля) программы подготовки из ООП)</small>
<b>Квалификация выпускника</b>	<b>бакалавр</b> <hr/>
<b>Форма обучения</b>	<b>очная</b> <hr/> <small>(очная, заочная, очно-заочная)</small>

Рязань 2019

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология, утвержденного Министерством образования и науки Российской Федерации 07 августа 2014 года, приказ № 944.

Разработчики: доцент кафедры зоотехнии и биологии



Улианова Г.В.

доцент кафедры зоотехнии и биологии



Федосова О.А.

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры зоотехнии и биологии 30 августа 2019 г., протокол № 1.

Заведующий кафедрой зоотехнии и биологии



Быстрова И. Ю.

Рассмотрена и утверждена на заседании учебно-методической комиссии по направлению подготовки 06.03.01 Биология «30» августа 2019 г. Протокол № 1.

Председатель учебно-методической комиссии по направлению подготовки 06.03.01 Биология



Федосова О.А.

## **1. Цель и задачи ГИА**

### ***Цель:***

государственная итоговая аттестация проводится в целях определения соответствия результатов освоения обучающимися основной образовательной программы соответствующим требованиям Федерального государственного образовательного стандарта, а также установления уровня подготовки выпускника к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки/специальности 06.03.01 Биология, утвержденного «07» августа 2014 года, приказ № 944, и основной образовательной программы высшего образования (ООП ВО) по направлению подготовки/специальности 06.03.01 Биология, направленность (профиль) программы «Биоэкология», разработанной в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» (ФГБОУ ВО РГАТУ).

### ***Задачи ГИА:***

- оценить способность выпускников к изучению, оценке состояния и охрана биоты, как компонента экосистем и биосферы; к проведению мероприятий по экологическому мониторингу и охране окружающей среды, мониторингу, оценке и охране биоразнообразия;
- оценить уровень подготовки к работе в органах природопользования, к деятельности по экологической экспертизе и экологическому аудиту, осуществлению мероприятий по охране природы и здоровья человека;
- оценить степень овладения широким спектром методов биологии и прикладной экологии, биологического контроля окружающей среды, природоохранными биотехнологическими методами;
- оценить способность к планированию и проведению самостоятельной научной работы, анализу полученных результатов и оформлению выпускной квалификационной работы.

### ***Профессиональные задачи:***

#### **научно-исследовательская деятельность:**

- научно-исследовательская деятельность в составе группы;
- подготовка объектов и освоение методов исследования;
- участие в проведении лабораторных и полевых биологических исследований по заданной методике;
- выбор технических средств и методов работы, работа на экспериментальных установках, подготовка оборудования;
- анализ получаемой полевой и лабораторной биологической информации с использованием современной вычислительной техники;
- составление научных докладов и библиографических списков по заданной теме; участие в разработке новых методических подходов;
- участие в подготовке научных отчетов, обзоров, публикаций, патентов, организации конференций;

#### **организационная и управленческая деятельность:**

- участие в планировании и проведении мероприятий по охране природы, оценке и восстановлению биоресурсов, управлении природопользованием и его оптимизации;
- участие в организации полевых и лабораторных работ, семинаров, конференций;
- участие в составлении сметной и отчетной документации;

#### **информационно-биологическая деятельность:**

- работа со справочными системами, поиск и обработка научно-биологической информации, участие в подготовке и оформлении отчетов и патентов.

## **2. Место ГИА в структуре образовательной программы**

В соответствии с ФГОС ВО государственная итоговая аттестация (ГИА) относится к блоку 3 «Государственная итоговая аттестация», который в полном объеме относится к базовой части программы.

**Область профессиональной деятельности выпускников**, освоивших ООП по направлению подготовки 06.03.01 Биология, направленность (профиль) программы «Биоэкология», включает:

- исследование живой природы и ее закономерностей,
- использование биологических систем в хозяйственных и медицинских целях,
- охрану природы.

**Объектами профессиональной деятельности выпускников**, освоивших программу являются:

- биологические системы различных уровней организации; процессы их жизнедеятельности и эволюции;
- биологические, биоинженерные, биомедицинские, природоохранные технологии, биологическая экспертиза и мониторинг, оценка и восстановление территориальных биоресурсов и природной среды.

**Виды профессиональной деятельности**, к которым готовятся выпускники, освоившие программу с указанием основных и дополнительных:

- научно-исследовательская (осн.);
- организационная и управленческая (доп.);
- информационно-биологическая (доп.).

## **3. Формы ГИА**

В блок 3 Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 06.03.01 Биология, утвержденного Министерством образования и науки РФ «07» августа 2014 года, приказ № 944, входит «Государственная итоговая аттестация», которая предусматривает защиту выпускной квалификационной работы (ВКР), включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, а также подготовку к сдаче и сдачу государственного экзамена.

Государственная итоговая аттестация выпускников по направлению подготовки 06.03.01 Биология, направленность (профиль) программы «Биоэкология», проводится в форме:

- защиты выпускной квалификационной работы бакалавра, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты;
- государственного экзамена, включающего подготовку к сдаче и сдачу государственного экзамена.

## **4. Объем и сроки ГИА**

Общая трудоемкость (объем) государственной итоговой аттестации составляет 9 зачетных единиц (324 часа).

Срок проведения ГИА – июнь-июль.



## 5. Планируемые результаты ГИА

Компетенции		Знать	Уметь	Иметь навыки (владеть)
Индекс	Формулировка			
ОК-1	способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции	основные принципы и механизмы восприятия, обобщения и анализа информации, понятие культуры мышления; принципы взаимодействия духовного и телесного, биологического и социального в человеке как основу личностного и профессионального саморазвития	оперировать знанием и пониманием законов развития природы общества и мышления в профессиональной деятельности; обобщать и анализировать информацию, определять цели и пути их достижения	применения законов развития природы, общества и мышления в профессиональной деятельности; способностью к восприятию, обобщению, анализу информации и презентации ее в публичной речи, дискуссии и полемике; социальной проблематикой на основе понимания философских категорий и методов философского познания
ОК-2	способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции	права и обязанности гражданина, в том числе в области сохранения благоприятной среды обитания; причинно-следственные связи экологических и исторических процессов	занимать активную гражданскую позицию на основе умения выстраивать и реализовывать личностные траектории интеллектуального, культурного, нравственного развития; объяснять необходимость соблюдения экологической культуры	способностью к общекультурному и личностному развитию в аспекте активной гражданской и экологической позиции
ОК-3	способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности	экономические составляющие экологического ущерба; основы экономического регулирования экологической деятельности предприятий	использовать экономические методы управления природопользованием	оценки эколого-экономических рисков и выполнения расчетов экологического ущерба в различных сферах природопользования
ОК-4	способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности	правовые основы экологической экспертизы и оценки воздействия на окружающую среду	применять полученные знания для целей оценки воздействия на окружающую среду	использования правовых основ экологической экспертизы и оценки воздействия на окружающую среду

Компетенции		Знать	Уметь	Иметь навыки (владеть)
Индекс	Формулировка			
				ющую среду
ОК-5	способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия	основные грамматические явления и структуры, используемые в устном и письменном общении на русском и иностранном языках	собирать информацию научно-профессионального характера из отечественных и иностранных источников, решать задачи межличностного и межкультурного взаимодействия при сборе и анализе материала	публичной речи, деловой переписки, ведения документации, приемами аннотирования, реферирования, перевода литературы по специальности; навыками, достаточными для повседневного и делового общения, последующего изучения и осмысления отечественного и зарубежного опыта в совместной производственной и научной работе; выражения своих мыслей и мнения в межличностном и деловом общении на русском и иностранном языках
ОК-6	способностью работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	основные понятия морали и этики современного общества; принятые моральные и правовые нормы, совокупность этических принципов и норм, которыми необходимо руководствоваться в профессиональной деятельности	понимать межкультурные различия в процессе коммуникации и уметь успешно преодолевать их, работая в коллективе; оценивать факты и явления повседневной и профессиональной деятельности с этической точки зрения	поведения в коллективе и общения с людьми в соответствии с принципами профессиональной этики, нормами этикета, межкультурными различиями; оценки своих поступков и поступков окружающих с этической точки зрения
ОК-7	способностью к самоорганизации и самообразованию	способы и методы структурирования экологического биологических сведений	планировать ход исследований, самостоятельно работать с литературой и лабораторным оборудованием,	своевременного выполнения этапов исследований и их обобщения; применения простейших приемов

Компетенции		Знать	Уметь	Иметь навыки (владеть)
Индекс	Формулировка			
			обобщать результаты и делать выводы	саморегуляции психического состояния; использования саморефлексии в жизни и профессиональной деятельности
ОК-8	способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	оздоровительные системы физического воспитания, необходимые для укрепления здоровья, профилактики профессиональных заболеваний, искоренения вредных привычек и увеличения продолжительности жизни; приемы восстановления после продолжительных физических и психических нагрузок	выполнять самостоятельно разработанные комплексы оздоровительной и адаптивной физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности; соблюдать режим труда и отдыха	применения средств и методов для формирования прикладных физических (выносливость, быстрота, сила, гибкость и ловкость) и психических (смелость, решительность, настойчивость, самообладание, и т.п.) качеств, необходимых для успешного и эффективного выполнения профессиональных задач
ОК-9	способностью использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций	теоретические основы безопасности жизнедеятельности в системе «человек – среда обитания»; особенности психологического состояния в чрезвычайных ситуациях; приемы первой помощи	использовать приемы первой помощи в условиях чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера	применения основных мер защиты производственного персонала и населения при авариях, катастрофах, стихийных бедствиях
ОПК-1	способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной	принципы информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной	использовать полученные знания для защиты информации	информационной и библиографической культуры, защиты информации в решении задач профессиональной деятельности

Компетенции		Знать	Уметь	Иметь навыки (владеть)
Индекс	Формулировка			
	технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	безопасности		
ОПК-2	способностью использовать экологическую грамотность и базовые знания в области физики, химии, наук о Земле и биологии в жизненных ситуациях; прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности, нести ответственность за свои решения	фундаментальные естественнонаучные концепции, критерии оценки состояния и прогнозирования изменений окружающей среды	применять базовые знания в области физики, химии, наук о Земле и биологии в жизненных ситуациях, принципы оптимального природопользования и охраны природы, мониторинга, оценки состояния природной среды и охраны природы	решения прикладных задач экологии, экологического моделирования и прогнозирования, нести ответственность за свои действия
ОПК-3	способностью понимать базовые представления о разнообразии биологических объектов, значение биоразнообразия для устойчивости биосферы, способностью использовать методы наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования биологических объектов	научные основы биоразнообразия и принципы его сохранения, значение биоразнообразия для устойчивости биосферы	использовать методы наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования биологических объектов	наблюдения, описания, идентификации, культивирования биологических объектов
ОПК-4	способностью применять принципы структурной и функциональной организации биологических объектов и владением знанием механизмов гомеостатической регуляции; владением основными физиологическими методами анализа и	принципы структурной и функциональной организации биологических объектов, механизмы гомеостатической регуляции; современные проблемы и достижения физиологии человека и животных, фи-	демонстрировать базовые представления о структурном и функциональном разнообразии биологических объектов; проводить функциональную диагностику и коррекцию состояния организма, изучать физиологический ответ орга-	использования основных физиологических методов анализа и оценки состояния живых систем; использования методов физико-химической и клеточной биологии в клинических исследованиях, решении

Компетенции		Знать	Уметь	Иметь навыки (владеть)
Индекс	Формулировка			
	оценки состояния живых систем	зиологии растений, физиологии высшей нервной деятельности, биомедицины	низма на изменения условий внешней среды	проблем физиологии труда
ОПК-5	способностью применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности	биофизические и биохимические основы воздействия экологических факторов на жизнедеятельность организмов; приборы и методы изучения реакций организмов на внешние воздействия	изучать клеточную организацию животных, грибов, растений; биофизические и молекулярно-биохимические аспекты жизнедеятельности	применения разнообразных приемов и методов для изучения клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности; систематизации и анализа данных о процессах преемственности жизни на всех уровнях организации живого
ОПК-6	способностью применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой	основные экспериментальные методы анализа и оценки состояния живых систем разных уровней организации	подбирать современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях	работы с современной аппаратурой для выполнения экспериментов с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях
ОПК-7	способностью применять базовые представления об основных закономерностях и современных достижениях генетики и селекции, о геномике, протеомике	основные закономерности и достижения генетики и селекции, основы геномики и протеомики, их значение в эволюционном процессе	демонстрировать базовые представления об основных закономерностях и современных достижениях генетики и селекции, о геномике, протеомике; самостоятельно выбирать методики генетического анализа в зависимости от задач исследова-	обобщения результатов исследований в области генетики и селекции, геномике, протеомике; владеть современными методами генетического анализа в условиях перманентной антропопрессии

Компетенции		Знать	Уметь	Иметь навыки (владеть)
Индекс	Формулировка			
ОПК-8	способностью обосновать роль эволюционной идеи в биологическом мировоззрении; владением современными представлениями об основах эволюционной теории, о микро- и макроэволюции	современные представления об основах эволюционной теории, о микро- и макроэволюции; роль эволюционной идеи в биологическом мировоззрении	самостоятельно анализировать элементарные эволюционные процессы; оценивать различные взгляды на происхождение жизни, развитие органического мира и проблемы антропогенеза; прогнозировать последствия воздействия человека на природу с точки зрения эволюционной биологии	систематизации, обобщения и оценки современных представлений об основах эволюционной теории, о микро- и макроэволюции, роли эволюционной идеи в биологическом мировоззрении
ОПК-9	способностью использовать базовые представления о закономерностях воспроизведения и индивидуального развития биологических объектов, методы получения и работы с эмбриональными объектами	особенности строения и формирования половых клеток; оплодотворения и раннего развития различных таксономических групп; периодизацию онтогенеза животных и растений	изучать жизненные циклы, этапы индивидуального развития, биологический возраст живых объектов	получения и работы с эмбриональными объектами; использования основных понятий в области биологии размножения и развития для популяризации знаний
ОПК-10	способностью применять базовые представления об основах общей, системной и прикладной экологии, принципы оптимального природопользования и охраны природы, мониторинга, оценки состояния природной среды и охраны живой природы	принципы устойчивости биосферы в рамках концепции устойчивого развития, синергетические основы устойчивости биологических систем; основы природопользования и природообустройства; стратегию сохранения биоразнообразия	решать задачи рационального природопользования и природообустройства на основе применения базовых представлений об основах общей, системной и прикладной экологии, принципов мониторинга окружающей среды	практического применения принципов оптимального природопользования и природообустройства в конкретных ситуациях
ОПК-11	способностью применять современные представления об основах биотех-	методы теоретических и экспериментальных исследований в	применять современные достижения и методы биотехнологии в области	применения молекулярного моделирования и компьютерного

Компетенции		Знать	Уметь	Иметь навыки (владеть)
Индекс	Формулировка			
	нологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	области биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	медицины, промышленного производства, сельского хозяйства	эксперимента; использования методических подходов клеточной биологии для решения медицинских, сельскохозяйственных проблем, диагностики состояния и охраны природной среды, для создания новых методов биотехнологии и клеточной инженерии
ОПК-12	способностью использовать знание основ и принципов биоэтики в профессиональной и социальной деятельности	философское, мировоззренческие и научные основания биоэтики, историю ее становления и трактовку в различных социокультурных условиях; принципы, идеи и проблемы биоэтики; правовые основы биоэтики, области ее применения	применять правовые основы и основные принципы биоэтики при изучении различных биологических объектов, проведении экспериментов	постановки и решения биоэтических проблем в соответствии с современными нормативными документами разного статуса
ОПК-13	готовностью использовать правовые нормы исследовательских работ и авторского права, а также законодательства Российской Федерации в области охраны природы и природопользования	правовые нормы исследовательских работ и авторского права; правовые и нормативные основы в области охраны природы и природопользования	правильно и эффективно применять методы охраны природных ресурсов учетом действующего законодательства в области охраны природы и природопользования	практического применения современных подходов и методов анализа экологической обстановки и экологического прогноза последствий антропогенной деятельности с учетом действующего законодательства в области охраны природы и природопользования

Компетенции		Знать	Уметь	Иметь навыки (владеть)
Индекс	Формулировка			
ОПК-14	способностью и готовностью вести дискуссию по социально-значимым проблемам биологии и экологии	принципы взаимодействия человека, общества и природы, закономерности функционирования и развития общества, концепции экологического образования и воспитания; нравственно-этические основы экологической культуры	обосновывать различные подходы к решению социально-экологических проблем	выступления с устным сообщением, корректного ведения диалога по основам организации и функционирования социо-природных систем
ПК-1	способностью эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ	современное оборудование, необходимое для сбора и изучения объектов окружающей природной среды в полевых и лабораторных условиях	выбирать оборудование, необходимое для изучения конкретных биологических объектов; представлять, анализировать и интерпретировать полученную информацию	подготовки, настройки и работы с современной аппаратурой и оборудованием для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ
ПК-2	способностью применять на практике приемы составления научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт и пояснительных записок, излагать и критически анализировать получаемую информацию и представлять результаты полевых и лабораторных биологических исследований	основные способы статистической обработки экологической информации, подготовки ее к анализу и способы оформления научной экологической информации	составлять научно-технические отчеты, обзоры, аналитические карты и пояснительные записки, излагать и критически анализировать получаемую информацию	подбора аналитической информации по теме исследований, представления результатов полевых и лабораторных биологических исследований
ПК-6	способностью применять на практике методы управления в сфере биологических и биомедицинских производств	методы управления в сфере биологических и биомедицинских производств, мониторинга и	применять полученные знания в учебной и профессиональной деятельности; использовать их в планировании	применения результатов оценки состояния экосистем для планирования мероприятий по охране



Компетенции		Знать	Уметь	Иметь навыки (владеть)
Индекс	Формулировка			
	водств, мониторинга и охраны природной среды, природопользования, восстановления и охраны биоресурсов	охраны природной среды, природопользования, восстановления и охраны биоресурсов	ровании и реализации природоохранных мероприятий	объектов окружающей среды и восстановлению их потенциала
ПК-8	способностью использовать основные технические средства поиска научно-биологической информации, универсальные пакеты прикладных компьютерных программ, создавать базы экспериментальных биологических данных, работать с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях	основные технические средства поиска научно-биологической информации, универсальные пакеты прикладных компьютерных программ	создавать базы экспериментальных биологических данных, работать с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях	использования основных технических средств поиска научно-биологической информации

## 6. Содержание ГИА

№ п/п	Наименование разделов ГИА	Компетенции	Форма контроля
1	Теоретическая подготовка к решению профессиональных задач	ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-6, ОК-8, ОК-9, ОПК-7, ОПК-8, ОПК-9, ОПК-11, ОПК-12, ОПК-14	Государственный экзамен
2	Обобщение и оценка результатов исследования (подготовка выпускной квалификационной работы бакалавра)	ОК-4, ОК-5, ОК-7, ОК-9, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-9, ОПК-10, ОПК-13, ОПК-14, ПК-1, ПК-2, ПК-6, ПК-8	Защита выпускной квалификационной работы

**Перечень дисциплин образовательной программы, выносимых на государственный экзамен по направлению подготовки 06.03.01 Биология, направленность (профиль) программы «Биоэкология»**

- Философия
- Основы биоэтики
- История
- Психология и педагогика
- Биохимия
- Основы экономики и менеджмента
- Безопасность жизнедеятельности
- Генетика и эволюция
- Биология размножения и развития
- Введение в биотехнологию
- Экологический маркетинг
- Социальная экология
- Физическая культура и спорт
- Элективные дисциплины по физической культуре и спорту

**7. Учебно-методическое обеспечение ГИА**

**7.1. Основная литература**

1. Бакай, А. В. Генетика [Текст] / А. В. Бакай, И. И. Кочиш, Г. Г. Скрипниченко – М.: КолосС, 2006. – 448 с.
2. Белов, С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) [Текст] : учебник для бакалавров всех направлений подготовки в вузах России / С. В. Белов. - 2-е изд. ;испр. и доп. - М. : Юрайт, 2014. - 680 с.
3. Бирюков, В. В. Основы промышленной биотехнологии: Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по спец. "Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов"[Текст] / В. В. Бирюков. - М.: КолосС, 2004. - 296 с.
4. Боголюбов, С. А. Правовые основы природопользования и охраны окружающей среды [Текст] / С. А. Боголюбов, Е. А. Позднякова. – М.: ЮРАЙТ, 2015. – 395 с.
5. Васильев, Ю. Г. Цитология, гистология, эмбриология [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособ. /Ю. Г. Васильев, Е. И. Трошин, В. В. Яглов. – СПб.: Лань, 2013. – 576 с. – ЭБС «Лань».
6. Гуриев Г.Т. Человек и биосфера. Устойчивое развитие [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Гуриев Г.Т., Воробьев А.Е., Голик В.И.— Электрон. Текстовые данные.— Краснодар: Южный институт менеджмента, 2001.— 254 с.- ЭБС «iprbooks». — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9782>
7. Данилов, Р. К. Общая и медицинская эмбриология / Р.К. Данилов, Т.Г. Боровая. – СПб.: Спецлит, 2003. – 231 с.
8. Дмитриенко, В. П. Экологический мониторинг техносферы [Текст]: Учебное пособие / В. П. Дмитриенко. – СПб.: Изд-во «Лань», 2012. – 368 с.
9. Иванов, В.П. Медицинская экология [Электронный ресурс] : учебник / В.П. Иванов, Н.В. Иванова, А.В. Полоников. – Электрон. дан. – СПб. : СпецЛит, 2012. – 317 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=59803](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59803) – Загл. с экрана.
10. Инновационный маркетинг [Электронный ресурс]: учебник для бакалавриата и магистратуры / С. В. Карпова [и др.] ; под ред. С. В. Карповой. – М. : Издательство Юрайт, 2017. – 457 с. ЭБС «ЮРАЙТ». – Режим доступа : <https://www.biblio-online.ru/viewer/72435A31-C11C-42E1-9E50-0CDE3679FB4B#page/332>.

11. Казакова, М.В. Флора Рязанской области [Текст]/ М. В. Казакова. – Рязань: Русское слово, 2004. – 388 с., 39 карт.
12. Комов, В. П., Шведова В. Н. Биохимия // В. П. Комов, В. Н. Шведова. 4-е изд., исп. и доп. Учебник для академического бакалавриата.- 2015.- ЭБС (Юрайт). - <http://www.urait.ru/catalog/pechatnaya/31617>.
13. Кузнецов, В.И. Анатомия и физиология человека [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Кузнецов, А.А. Семенович, В.А. Переверзев. – Электрон. дан. – Минск : Новое знание, 2015. – 560 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72482](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72482) – Загл. с экрана.
14. Культура речи и деловое общение [Электронный ресурс] : Учебник и практикум для академического бакалавриата / Химик В.В. - Отв. Ред., Волкова Л.Б. – М.: ЮРАЙТ, 2016- ЭБС «ЮРАЙТ». – Режим доступа : <http://www.biblio-online.ru/viewer/741B5085-6AA7-4F47-8BB5-6F5F2D0393B1#page/1>
15. Основы делопроизводства. Язык служебного документа. [Электронный ресурс] : Учебник и практикум для академического бакалавриата / Шувалова Н.Н., Иванова А.Ю. –М.: «ЮРАЙТ», 2018. – ЭБС «ЮРАЙТ». – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/osnovy-deloproizvodstva-yazyk-sluzhebno-go-dokumenta-413325>
16. Прохоров, Б. Б. Экология человека [Текст] / Б. Б. Прохоров. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 320 с.
17. Прохоров, Б.Б. Социальная экология [Текст] / Б. Б. Прохоров. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 432 с.
18. Ручин, А. Б. Экология популяций и сообществ [Текст] / А.Б. Ручин. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 352 с.
19. Степановских А.С. Общая экология [Текст]. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 510 с.
20. Трифонова, Т.А. Прикладная экология: учебное пособие для вузов [Текст]/ Т.А. Трифонова, Н.В. Селиванова, Н.В. Мищенко. – М.: Академический проект, Гаудеамус, 2007. – 384 с.
21. Ушаков, Е. В. Биоэтика [Электронный ресурс]: Учебник и практикум / Е. В. Ушаков - М. : Издательство Юрайт, 2016. – 306 с. – ЭБС «Юрайт».
22. Хартанович, К. В. Основы менеджмента [Текст]: учебное пособие / К. В. Хартанович, В. Н. Краев. - М.: Академический Проект; Трикта, 2006. – 272 с.
23. Хаустов, А. П. Экологический мониторинг [Электронный ресурс]: Учебник для академического бакалавриата / А. П. Хаустов, М. М. Редина. – М.: ЮРАЙТ, 2014. – ЭБС «ЮРАЙТ». – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/ekologicheskiy-monitoring-412996>
24. Хван, Т. А. Экология. Основы рационального природопользования [Электронный ресурс] : учеб. пособ. для бакалавров / Т. А. Хван, М. В. Шинкина. – 2015. – ЭБС «ЮРАЙТ».
25. Цаценко, Л.В. Биоэтика и основы биобезопасности [Текст] / Л. В.Цаценко. – СПб-М.: Лань, 2017. – 92 с.
26. Шумлянская, Н. А. Экология [Электронный ресурс] / Н. А. Шумлянская. – СПб., 2005. – ЭБС «Лань».
27. Экологический аудит предприятий. [Текст] / Г.П. Серов, Л.Н.Евсикова, Ю.А. Мажайский, А.Н. Радченко, Н.А. Акимкина. – Рязань: Мещерский филиал ГНУ ВНИИГИМ, 2007. – 158 с.
28. Экологическое право России [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / Под ред. Н.В. Румянцева. - М. : ЮНИТИ-дана, Закон и право, 2010. - 431 с.

## **7.2. Дополнительная литература**

1. Антонюк, Э. В. Земноводные и пресмыкающиеся Рязанской области [Текст] / Э. В. Антонюк, И. М. Панченко. – Труды Окского государственного природного биосферного заповедника. Выпуск 32. – Рязань: НП «Голос губернии», 2014. – 168 с.
2. Ауэрман, Т. Л. Основы биохимии [Текст] : учебное пособие для студентов, обуч. по направлениям подготовки бакалавров "Биотехнология", "Продукты питания из растительно-

- го сырья" и "Технология продукции и организация общественного питания" / Т. Л. Ауэрман, Т. Г. Генералова, Г. М. Суслиянок. - М. : ИНФРА-М, 2014. - 400 с.
3. Банников А.Г. Основы экологии и охрана окружающей среды [Текст]. – М.: Высшая школа, 1999. – 623 с.
  4. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс] : учебник для академического бакалавриата / Я. Д. Вишняков [и др.] ; под общ. ред. Я. Д. Вишнякова. – Электрон. текстовые дан. -5-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2016. – 416 с. – Режим доступа : <https://www.biblio-online.ru>.
  5. Егорова, Татьяна Алексеевна. Основы биотехнологии [Текст] : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по спец. «Биология» / Т. А. Егорова, С. М. Клунова, Е. А. Живухина. – М.: Академия, 2005. – 208 с.
  6. Иванчев, В. П. Миноги и рыбы бассейна Верхнего Дона [Текст] / В. П. Иванчев, В. С. Сарычев, Е. Ю. Иванчева. – Труды Окского государственного природного биосферного заповедника. Выпуск 28. – Рязань: НП «Голос губернии», 2013. – 275 с.
  7. Канке В. А. История, философия и методология естественных наук. Учебник для магистров [Электронный ресурс] / В. А. Канке. – М., ЮРАЙТ, 2014. – ЭБС «ЮРАЙТ». – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/istoriya-filosofiya-i-metodologiya-estestvennyh-nauk-426165>
  8. Красная книга Рязанской области: животные [Текст] / Под ред. В. П. Иванчева. – Рязань: Узорочье, 2001. – 689 с. – 2011. – 626 с.
  9. Красная книга Рязанской области: природные комплексы [Текст] / Под ред. В. П. Иванчева. – Рязань: Узорочье, 2001. – 594 с.
  10. Максимов, В.И. Биология человека [Электронный ресурс] : учебник / В.И. Максимов, В.А. Остапенко, В.Д. Фомина [и др.]. – Электрон. дан. – СПб. : Лань, 2015. – 363 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=64333](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64333) – Загл. с экрана.
  11. Маркетинг в отраслях и сферах деятельности [Электронный ресурс]: учебник и практикум для академического бакалавриата / С. В. Карпова [и др.] ; под общ. ред. С. В. Карповой, С. В. Мхитаряна. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 404 с. ЭБС «ЮРАЙТ».
  12. Мониторинг атмосферного воздуха: учебное пособие [Текст]/ В.В. Тарасов, И.О. Тихонова, Н.Е. Кручинина. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2010. - 128 с.
  13. Общая и молекулярная генетика: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / И. Ф. Жимулёв. – Электрон.текстовые данные. – Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2007. – 479 с. – Режим доступа <http://www.iprbookshop.ru/>. – [ЭБС «IPRbooks»].
  14. Панкова, Н. Л. Структура и динамика растительного покрова водоемов Окского заповедника [Текст] / Н. Л. Панкова. – Труды Окского государственного природного биосферного заповедника. Выпуск 31. – Рязань: НП «Голос губернии», 2014. – 166 с.
  15. Правоведение [Текст] : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по неюридическим направлениям подготовки / под общ. ред. М. Б. Смоленского. – 5-е изд. ; перераб. и доп. – М. : Дашков и К' : Академцентр, 2014. – 496 с.
  16. Пустовалов, А.П. Курс лекций по физике и биофизике [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.П. Пустовалов. - Рязань: РГАТУ.- Ч.1.- 2013.- 158 с.- ЭБ РГАТУ.
  17. Ремизов, А.Н. Медицинская и биологическая физика [Текст] / А.Н. Ремизов. - М.: «Высшая школа», 2004 г.- 560 с.
  18. Сапин, М.Р. Анатомия человека: В 2-х кн. [Текст]: учебник для вузов / М.Р. Сапин, Г.Л. Билич. – М.: Оникс, Мир и образование, 2007. – Кн.1. – 512 с. – Кн.2 – 480 с.
  19. Ситаров, В. А. Социальная экология: учебник для бакалавров [Электронный ресурс] / В. А. Ситаров, В. В. Пустовойтов. – Электрон.текстовые данные. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2015. – 517 с. – Режим доступа <http://www.biblio-online.ru/>.– [ЭБС «Юрайт»].
  20. Таратухина, Ю. В. Деловые и межкультурные коммуникации. Учебник и практикум для академического бакалавриата [Электронный ресурс] / Ю. В. Таратухина, З. К. Авдеева. – М.,

ЮРАЙТ, 2014. – ЭБС «ЮРАЙТ». – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/delovye-i-mezhkulturnye-kommunikacii-413095>

21. Тельцов, Л. П. Тесты по цитологии, эмбриологии и общей гистологии [Электронный ресурс] : учеб. пособ. / Л. П. Тельцов, О. Т. Муллакаев, В. В. Яглов. – СПб.: Лань, 2011. – 208 с. – ЭБС «Лань».

22. Уливанова, Г. В. Основы биоэтики. Учебно-методическое пособие для изучения курса, практических и самостоятельных работ [Текст] / Г. В. Уливанова. – Рязань, ИРИЦ, 2018. – 80 с.

### **Законодательно-нормативная литература**

<http://www.garant.ru/> Гарант

<http://www.consultant.ru/> КонсультантПлюс

### **7.3. Периодические издания**

1. Экологическая экспертиза [Текст]: обзорная информация // Гл. ред. акад. Ю.М. Арский. – М., ВИНТИ; ЦЭП, 2002 – 2012. ISSN 0869-1010.

2. Экономика природопользования [Текст]: обзорная информация // Гл. ред. акад. Ю.М. Арский. – М., ВИНТИ; ЦЭП, 2002 – 2011. ISSN 1994-8336.

3. Экология: научно-теоретический журнал [Текст] / учредитель Российская Академия Наук. – М.: Наука, 2005 – 2013 г.г. ISSN 0367-0597.

4. Наука и жизнь <http://www.nkj.ru/archive/>

5. Научно-методический журнал "Физическая культура: воспитание, образование, тренировка". URL: <http://www.teoriya.ru/fkvot>.

6. Научно-теоретический журнал "Теория и практика физической культуры". URL: <http://www.teoriya.ru/journals>

7. Вопросы экономики : теор. и науч.-практич. журн. / учредители : Некоммерческое партнерство Редакция журнала "Вопросы экономики"; Институт экономики РАН. – М., 2015 - . – Ежемесяч. – ISSN 0042-8736.

8. Менеджмент в России и за рубежом : науч.-практич. журнал / Учредитель и изд. «Финпресс». – 1997. - М. : ЗАО «Финпресс». – Двухмес. – ISSN 1028-5857.

#### 7.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Профессиональные БД	
1	2
<a href="http://www.chem.msu.su">http://www.chem.msu.su</a>	Химическая информационная сеть «Наука. Образование. Технология». Химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова
<a href="http://ChemPort.Ru">ChemPort.Ru</a>	Химический портал
<a href="http://www.infosport.ru">http://www.infosport.ru</a>	Национальная информационная сеть «Спортивная Россия»
<a href="http://libweb.ksu.ru/ebooks">libweb.ksu.ru/ebooks</a>	ЭР ЭБ НБ КФУ
Сайты официальных организаций	
<a href="http://www.mchs.gov.ru">www.mchs.gov.ru</a>	Официальный сайт Министерства по чрезвычайным ситуациям Российской Федерации
<a href="http://www.rosminzdrav.ru">www.rosminzdrav.ru</a>	Официальный сайт Министерства здравоохранения Российской Федерации
<a href="https://meteoinfo.ru">https://meteoinfo.ru</a>	Гидрометцентр России
<a href="http://rpn.gov.ru">http://rpn.gov.ru</a>	Федеральная служба по надзору в сфере природопользования
<a href="http://www.mnr.gov.ru/">http://www.mnr.gov.ru/</a>	Минприроды России
1	2
<a href="http://oksky-reserve.ru/">http://oksky-reserve.ru/</a>	Окский государственный природный биосферный заповедник
<a href="http://lib.sportedu.ru">http://lib.sportedu.ru</a>	Центральная отраслевая библиотека по физической культуре и спорту Российского государственного университета физической культуры и спорта
Информационные справочные системы	
<a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a>	Гарант
<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>	КонсультантПлюс

ЭБС «Юрайт»: Режим доступа: <https://biblio-online.ru>

ЭБС «IPRbooks»: Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>

LIBRARY: Режим доступа: <https://elibrary.ru/defaultx.asp?>

Электронная библиотека РГАТУ: Режим доступа: <http://bibl.rgatu.ru/web>

#### 7.5 Методические указания к ГИА

Методические указания по подготовке к процедуре защиты и процедура защиты выпускной квалификационной работы по направлению подготовки **06.03.01 Биология, направленность (профиль) программы «Биоэкология»**, Рязань, 2020 год, [Электронный ресурс] – Рязань: Издательство ФГБОУ ВО РГАТУ, 2020. – ЭБС РГАТУ.

Программа по подготовке к государственному экзамену по направлению подготовки **06.03.01 Биология, направленность (профиль) программы «Биоэкология»**, Рязань, 2020 год, [Электронный ресурс] – Рязань: Издательство ФГБОУ ВО РГАТУ, 2019. – ЭБС РГАТУ.

## 8. Материально-техническое обеспечение государственной итоговой аттестации

### 8.1. Аудитории (помещения, места) для проведения занятий

Государственный экзамен и защита ВКР проводятся в аудитории на 20 и более рабочих мест.

Самостоятельная работа проходит в читальных залах библиотеки ФГБОУ ВО РГАТУ, библиотеках города, лаборатории информационных технологий в профессиональной деятельности, компьютерных классах ФГБОУ ВО РГАТУ на 10 и более рабочих мест.

### 8.2. Перечень специализированного оборудования

Для итогового экзамена и защиты ВКР

учебная аудитория, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации № 211, учебный корпус № 4	Ноутбук Lenovo – 1 шт. Мультимедийный проектор Toshiba TLP-ХС 2000 – 1 шт. Переносной экран на треноге APOLLO – 1 шт. Учебно-наглядные пособия (стенды настенные обучающие, плакаты) Радиокласс "Сонет-PCM" РМ- 1-1* Лупа 8611L (X3, X8) с кольцевой светодиодной подсветкой**
--	---

Самостоятельная работа

Читальный зал (для самостоятельной работы), ауд. № 203б, учебный корпус № 1	Ноутбук Lenovo – 1 шт. Мультимедиа-проектор Toshiba TLP-ХС2000 – 1 шт. Переносной экран на треноге APOLLO – 1 шт. Сеть интернет Персональные компьютеры DEPO – 15 шт. Радиокласс "Сонет-PCM" РМ- 1-1* Лупа 8611L (X3, X8) с кольцевой светодиодной подсветкой**
Читальный зал (для самостоятельной работы), ауд. № 204б, учебный корпус № 1	Персональный компьютер DEPO Neos 220 WP – 12 шт. Сеть интернет Учебно-наглядные пособия (стенды настенные обучающие, плакаты) Радиокласс "Сонет-PCM" РМ- 1-1* Лупа 8611L (X3, X8) с кольцевой светодиодной подсветкой**
Читальный зал (для самостоятельной работы), ауд. № 105, учебный корпус № 4	Сеть интернет Персональные компьютеры NT – 3 шт. Радиокласс "Сонет-PCM" РМ- 1-1* Лупа 8611L (X3, X8) с кольцевой светодиодной подсветкой**
Компьютерный класс (для самостоятельной работы), ауд. № 208, учебный корпус № 4	Персональный компьютер DEPO – 15 шт. Стационарный экран с приводом ProScreen – 1 шт. Радиокласс "Сонет-PCM" РМ- 1-1* Лупа 8611L (X3, X8) с кольцевой светодиодной подсветкой**

\* - специальные технические средства индивидуального пользования выдаются по запросу обучающихся с инвалидностью и ОВЗ

### 8.3. Перечень информационных технологий (лицензионное программное обеспечение, информационно-справочные системы).

№	Программный продукт	№ лицензии	Количество лицензий
1	2	3	4
1	7-Zip	свободно распространяемая	без ограничений
2	Adobe Acrobat Reader	свободно распространяемая	без ограничений
3	Advego Plagiatus	свободно распространяемая	без ограничений
4	Edubuntu 16	свободно распространяемая	без ограничений
5	eTXT Антиплагиат	свободно распространяемая	без ограничений
6	Google Chrome	свободно распространяемая	без ограничений
7	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 150-249 Node 1 year Educational Renewal License	156A-180605-093859-080-982	150
8	LibreOffice 4.2	свободно распространяемая	без ограничений
9	Mozilla Firefox	свободно распространяемая	без ограничений
10	Windows	00426-ОЕМ-8992662-00006, 00317-177-0000061-85380, 00317-177-0000061-85794, 00317-177-0000061-85776, 00317-177-0000061-85595, 00317-177-0000061-85864, 00317-177-0000061-85270, 00317-177-0000061-85668, 00317-177-0000061-85403, 00317-177-0000061-85680, 00317-177-0000061-85952, 00317-177-0000061-85766, 00317-177-0000061-85697, 00317-177-0000061-85395, 00317-177-0000061-85098, 00317-177-0000061-85259, 00317-177-0000061-85998, 00317-177-0000061-85600, 00317-177-0000061-85114, 00317-177-0000061-85688, 00317-177-0000061-85440, 00317-177-0000061-85305, 00317-177-0000061-85216	
11	Office 365 для образования E1 (преподавательский)	70dac036-3972-4f17-8b2c-626c8be57420	без ограничений
12	Opera	свободно распространяемая	без ограничений
13	Thunderbird	свободно распространяемая	без ограничений
14	WINE	свободно распространяемая	без ограничений
15	Альт Линукс Школьный	свободно распространяемая	без ограничений
16	Система тестирования INDIGO	Лицензионное соглашение (договор) № Д-53609/2	75
17	«Сеть КонсультантПлюс»	Договор об информационной поддержке от 26.08.2016	без ограничений
18	Справочно-правовая система "Гарант"	свободно распространяемая	без ограничений
19	ВКР ВУЗ	Лицензионный договор №3906/18 от 10.04.2018 Лицензионный договор №3936/18 от 10.09.18	1300 загрузок

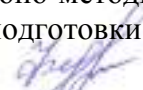
### 9. Фонд оценочных средств для государственной итоговой аттестации (приложение 1)



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»**

**Утверждаю:**

Председатель учебно-методической комиссии  
по направлению подготовки 06.03.01 Биология



О. А. Федосова

30 августа 2019 года

**ПРОГРАММА**  
**ПО ПОДГОТОВКЕ К ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЭКЗАМЕНУ**

<b>Уровень профессионального образования</b>	<b>бакалавриат</b> <hr/> <small>(бакалавриат, специалитет, магистратура)</small>
<b>Направление подготовки/специальность</b>	<b>06.03.01 Биология</b> <hr/> <small>(полное наименование направления подготовки/специальности)</small>
<b>Направленность (профиль) программы</b>	<b>Биоэкология</b> <hr/> <small>(полное наименование направленности (профиля) программы подготовки из ООП)</small>
<b>Квалификация выпускника</b>	<b>бакалавр</b> <hr/>
<b>Форма обучения</b>	<b>очная</b> <hr/> <small>(очная, заочная, очно-заочная)</small>

**Рязань 2019**

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология, утвержденного Министерством образования и науки Российской Федерации 07 августа 2014 года, приказ № 944.


Разработчики: доцент кафедры зоотехнии и биологии  Улианова Г.В.

доцент кафедры зоотехнии и биологии  Федосова О.А.

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры зоотехнии и биологии 30 августа 2019 г., протокол № 1.

Заведующий кафедрой зоотехнии и биологии  Быстрова И. Ю.

Рассмотрена и утверждена на заседании учебно-методической комиссии по направлению подготовки 06.03.01 Биология «30» августа 2019 г. Протокол № 1.

Председатель учебно-методической комиссии по направлению подготовки 06.03.01 Биология  Федосова О.А.

## СОДЕРЖАНИЕ

	с.
ВВЕДЕНИЕ .....	4
1. ВОПРОСЫ К ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЭКЗАМЕНУ .....	6
2. ПОДГОТОВКА К ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЭКЗАМЕНУ .....	6
3. СДАЧА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА .....	10
4. ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ В ЧАСТИ СДАЧИ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ИЗ ЧИСЛА ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ .....	11
5. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЭКЗАМЕНУ .....	13

## ВВЕДЕНИЕ

Государственная итоговая аттестация (ГИА) обучающихся по направлению подготовки 06.03.01 Биология, направленность (профиль) программы «Биоэкология» в ФГБОУ ВО РГАТУ установлена учебным планом основной образовательной программы по направлению подготовки 06.03.01 Биология, направленность (профиль) программы «Биоэкология» в соответствии с требованиями ФГОС ВО и проводится в форме:

- государственного экзамена;
- выпускной квалификационной работы.

Порядок подготовки и проведения государственной итоговой аттестации регламентируется соответствующим Положением университета и Программой государственной итоговой аттестации выпускников, которая разрабатывается кафедрами факультета ветеринарной медицины и биотехнологии на основании ФГОС ВО по направлению подготовки 06.03.01 Биология и утверждается председателем учебно-методической комиссии по направлению подготовки 06.03.01 Биология.

Программа государственной итоговой аттестации доводится до сведения обучающихся всех форм обучения не позднее, чем за шесть месяцев до начала государственной итоговой аттестации.

Для проведения государственной итоговой аттестации создается государственная экзаменационная комиссия. В состав государственной экзаменационной комиссии входят председатель указанной комиссии и не менее 4 членов указанной комиссии. Члены государственной экзаменационной комиссии являются ведущими специалистами - представителями работодателей или их объединений в области профессиональной деятельности по направлению подготовки 06.03.01 Биология, направленность (профиль) программы «Биоэкология» и (или) лицами, которые относятся к профессорско-преподавательскому составу университета (иных организаций) и (или) к научным работникам университета (иных организаций) и имеют ученое звание и (или) ученую степень. Доля лиц, являющихся ведущими специалистами – представителями работодателей или их объединений в соответствующей области профессиональной деятельности (включая председателя государственной экзаменационной комиссии), в общем числе лиц, входящих в состав государственной экзаменационной комиссии, должна составлять не менее 50 процентов.

Для проведения апелляций по результатам государственных итоговых аттестационных испытаний в университете формируется апелляционная комиссия по направлению подготовки 06.03.01 Биология, направленность (профиль) программы «Биоэкология».

Основной формой деятельности комиссий являются заседания. На заседаниях государственной экзаменационной комиссии без права голоса могут присутствовать ректор, первый проректор, научные руководители и рецензенты квалификационных работ, приглашаются преподаватели и обучающиеся старших курсов. На заседаниях государственной экзаменационной комиссии по приему государственного экзамена

не допускается присутствие иных лиц, кроме выпускников, сдающих экзамен, членов государственной экзаменационной комиссии и лиц, указанных выше.

Деятельность государственной экзаменационной и апелляционной комиссий регламентируется соответствующим Положением, ФГОС ВО по направлению подготовки 06.03.01 Биология в части, касающейся требований к государственной итоговой аттестации, учебно-методической документацией, разрабатываемой университетом на основе образовательного стандарта по направлению подготовки 06.03.01 Биология.

Срок проведения государственной итоговой аттестации устанавливается университетом в соответствии с календарным учебным графиком и расписанием государственных итоговых аттестационных испытаний по основной образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология, направленность (профиль) программы «Биоэкология», а также с учетом требований соответствующего федерального государственного образовательного стандарта высшего образования в части, касающейся требований к государственной итоговой аттестации выпускников.

Не позднее чем за 30 календарных дней до дня проведения первого государственного итогового аттестационного испытания по представлению декана факультета ветеринарной медицины и биотехнологии приказом ректора утверждается расписание государственных итоговых аттестационных испытаний (далее – расписание), в котором указываются даты, время и место проведения государственных итоговых аттестационных испытаний и предэкзаменационных консультаций.

Деканат факультета ветеринарной медицины и биотехнологии доводит расписание до сведения обучающихся, председателя и членов государственной экзаменационной комиссии и апелляционной комиссии, секретаря государственной экзаменационной комиссии, руководителей и консультантов выпускных квалификационных работ. Факт ознакомления удостоверяется подписью.

При формировании расписания устанавливается перерыв между государственными итоговыми аттестационными испытаниями продолжительностью не менее 7 календарных дней.

Успешное прохождение государственной итоговой аттестации является основанием для выдачи обучающемуся документа о высшем образовании.

# 1. ВОПРОСЫ К ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЭКЗАМЕНУ

## ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ФИЛОСОФИЯ»

1. Природа и общество, их взаимодействие. Экологические проблемы современности и пути их решения.
2. Общество и глобальные проблемы XX в.
3. Цивилизация как социокультурное образование. Современная цивилизация, ее особенности и противоречия.
4. Сущность социальных, этнических, конфессиональных, культурных особенностей народов мира.

## ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОСНОВЫ БИОЭТИКИ»

5. Эмпирический и теоретический уровни научного познания, их единство и различие.
6. Этический компонент в учении В.И. Вернадского о ноосфере.
7. Цели и теоретико-методологические основы экологического образования.
8. Экономические и правовые механизмы природопользования и природообустройства. Международное сотрудничество в области природопользования и природообустройства.
9. Комплексное использование природных ресурсов. Природно-ресурсный потенциал территории России.
10. Управление природопользованием. Система учёта природных ресурсов в России. Кадастры и реестры природных ресурсов.
11. Системный подход в экологических исследованиях. Мониторинг антропогенных изменений различных сред – атмосферы, гидросферы, почвы, криосферы и биоты.
12. Классификация загрязнителей и последствия загрязнения окружающей природной среды.
13. Расчеты нормативов выбросов и сбросов загрязняющих веществ. Средства контроля состояния окружающей природной среды.

## ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ИСТОРИЯ»

14. Научные принципы и методы исторического исследования.
15. Эволюционная и историческая экология.
16. Проблема перехода современного общества от антропоцентризма к биоцентризму.

## ПО ДИСЦИПЛИНЕ «СОЦИАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ»

17. Предмет, метод, система и источники экологического права.
18. Эколого-правовой механизм охраны окружающей природной среды, его структура, система гарантий, эффективность в отношении охраны окружающей природной среды и здоровья населения.
19. Нравственно-этические основы экологической культуры.
20. Причинно-следственные связи экологических и исторических процессов.
21. Экополитика: основные сферы и направления.
22. Причины и типология человеческой агрессивности. Общие законы действия факторов среды на организм человека. Особенности воздействия экологических факторов на здоровье человека.
23. Антропоэкосистемы – объект исследований экологии человека, демографическая информация в исследованиях по экологии человека, экология общественного здоровья.
24. Система государственных органов экологического управления. Экологические функции органов общей компетенции. Органы специальной компетенции в области охраны окружающей природной среды: комплексные, отраслевые, функциональные. Экологические общественные движения.

## ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОСНОВЫ ЭКОНОМИКИ И МЕНЕДЖМЕНТА»

25. Экономические методы управления природопользованием.
26. Эколого-экономические риски в различных сферах природопользования.

27. Глобальный экологический кризис и национальная безопасность страны как предпосылки развития экоаудита.

28. Сущность и правовые основы экологического аудита. Типы, принципы и виды экоаудита.

#### ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МАРКЕТИНГ»

29. Роль экологических факторов в формировании спроса и предложения конечных товаров и услуг.

30. Основы экономического регулирования экологической деятельности предприятий.

#### ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ПСИХОЛОГИЯ И ПЕДАГОГИКА»

31. Социализация и индивидуализация как формы развития личности.

32. Социальная психология как инструмент обеспечения профессионального и личностного взаимодействия с учетом социальных, этнических, конфессиональных и культурных особенностей.

#### ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ»

33. Способы контроля и оценки индивидуального физического развития и физической подготовленности.

#### ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭЛЕКТИВНЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И СПОРТУ»

34. Средства и методы воспитания прикладных физических (выносливость, быстрота, сила, гибкость и ловкость) и психических (смелость, решительность, настойчивость, самообладание и т.п.) качеств, необходимых для успешного и эффективного выполнения трудовых действий.

35. Здоровьесберегающие технологии.

#### ПО ДИСЦИПЛИНЕ «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

36. Защита человека и среды обитания от вредных и опасных факторов природного, антропогенного и техногенного происхождения.

37. Приемы первой помощи пострадавшим, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций.

#### ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ГЕНЕТИКА И ЭВОЛЮЦИЯ»

38. Генетические основы онтогенеза. Основы генетики человека и его наследственных заболеваний.

39. Генетические основы селекции.

40. Вопросы экологической и популяционной генетики.

41. Задачи и возможности клеточной и генетической инженерии. Принципы создания трансгенных организмов. Основные подходы геномики и протеомики.

42. Современные представления о происхождении жизни.

43. Человек в системе современного естествознания. Антропогенез.

#### ПО ДИСЦИПЛИНЕ «БИОЛОГИЯ РАЗМНОЖЕНИЯ И РАЗВИТИЯ»

44. Современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами: искусственное осеменение с/х животных, трансплантация эмбрионов, экстракорпоральное оплодотворение; получение и исследование эмбрионального материала.

45. Анатомия, морфология и основы физиологии человека.

46. Анатомо-физиологические механизмы адаптации человека.

#### ПО ДИСЦИПЛИНЕ «БИОХИМИЯ»

47. Роль и место биохимии в системе естественных наук. Значение биохимии для промышленности, сельского хозяйства и медицины

ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ВВЕДЕНИЕ В БИОТЕХНОЛОГИЮ»

48. Достижения и перспективы использования генетически-модифицированных организмов в продовольственном обеспечении.
49. Генная терапия. Лечение наследственных болезней, борьба с раковыми заболеваниями.
50. Биологическая (биохимическая) очистка сточных вод.
51. Биодegradация нефтяных загрязнений.
52. Системный анализ, системная инженерия и управление биосистемами.



## 2. ПОДГОТОВКА К ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЭКЗАМЕНУ

2.1 Цель государственного экзамена – установление уровня подготовки выпускника к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология, утверждённого Министерством образования и науки Российской Федерации 07 августа 2014 года, приказ № 944. и основной образовательной программы высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология, направленность (профиль) программы «Биоэкология», разработанной в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева».

2.2 Государственный экзамен проводится по нескольким дисциплинам образовательной программы, результаты освоения которых имеют определяющее значение для профессиональной деятельности выпускников – научно-исследовательской, организационно-управленческой и информационно-биологической.

2.3 Государственный экзамен проводится по утвержденной председателем учебно-методической комиссии по направлению подготовки 06.03.01 Биология Программе государственной итоговой аттестации.

2.4 В соответствии с Программой государственной итоговой аттестации и программой по подготовке к государственному экзамену по направлению подготовки 06.03.01 Биология, направленность (профиль) программы «Биоэкология» деканом факультета ветеринарной медицины и биотехнологии формируются экзаменационные билеты. Экзаменационные билеты подписываются деканом факультета ветеринарной медицины и биотехнологии, на подпись которого ставится печать учебного управления.

2.5 Перед государственным экзаменом проводится консультирование обучающихся по вопросам, включенным в ФОС по государственной итоговой аттестации. Сроки консультации определяются деканом факультета ветеринарной медицины и биотехнологии в соответствии с календарным учебным графиком расписанием государственных итоговых аттестационных испытаний.

### 3. СДАЧА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

3.1 Государственный экзамен проводится в устной форме. Обучающиеся получают экзаменационные билеты, содержащие три-пять вопросов, составленные в соответствии с утвержденной Программой государственной итоговой аттестации. В государственную экзаменационную комиссию до начала заседания должна быть представлена копия приказа о допуске обучающихся к государственной итоговой аттестации.

3.2 При подготовке к ответу обучающиеся делают необходимые записи по каждому вопросу на выданных секретарем ГЭК листах бумаги. На подготовку к ответу первому обучающемуся предоставляется до 45 минут, остальные сменяются и отвечают по мере готовности в порядке очередности, причем на подготовку каждому очередному обучающемуся также выделяется не более 45 минут. В процессе ответа и после его завершения обучающемуся членами ГЭК, с разрешения ее председателя, могут быть заданы уточняющие и дополняющие вопросы в пределах экзаменационного билета. Обучающимся и лицам, привлекаемым к государственной итоговой аттестации, во время проведения государственного экзамена запрещается иметь при себе и использовать средства связи. Не допускается использование обучающимися при сдаче государственного экзамена справочной литературы, печатных материалов, вычислительных и иных технических средств.

3.3 После завершения ответа обучающегося на все вопросы и объявления председателем ГЭК окончания опроса экзаменуемого, члены ГЭК делают отметки в протоколе.

3.4 Итоговая оценка формируется в соответствии с критериями оценивания ответа выпускника на государственном экзамене, размещёнными в фонде оценочных средств и выявленном уровне подготовленности обучающегося к решению профессиональных задач.

3.5 Итоговая оценка по экзамену проставляется в протокол экзамена и зачетную книжку обучающегося. В протоколе экзамена фиксируются номер экзаменационного билета, по которому проводился экзамен.

3.6 Результаты государственного экзамена объявляются в день его проведения.

3.7 Протоколы государственного экзамена подписываются председателем ГЭК и хранятся в деканате три года с дальнейшей передачей в архив университета.

3.8 Листы с ответами обучающихся на экзаменационные вопросы хранятся до окончания учебного года в деканате.

3.9 Запись о государственном экзамене, сданном на «неудовлетворительно», в зачетную книжку не вносится.

3.10 Порядок подачи и рассмотрения апелляционных заявлений осуществляется в соответствии с соответствующим положением университета.

#### **4. ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ В ЧАСТИ СДАЧИ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ИЗ ЧИСЛА ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

4.1 Для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья государственная итоговая аттестация проводится в университете с учетом особенностей их психофизического развития, их индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее – индивидуальные особенности).

4.2 При проведении государственного экзамена обеспечивается соблюдение следующих общих требований:

- проведение государственного экзамена для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в одной аудитории совместно с другими обучающимися, если это не создает трудностей для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и иных обучающихся;

- присутствие в аудитории ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с председателем и членами государственной экзаменационной комиссии);

- пользование необходимыми обучающимся инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья техническими средствами с учетом их индивидуальных особенностей;

- обеспечение возможности беспрепятственного доступа обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, при отсутствии лифтов аудитория должна располагаться на первом этаже, наличие специальных кресел и других приспособлений).

4.3 Все локальные нормативные акты университета по вопросам проведения государственного экзамена доводятся до сведения обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в доступной для них форме.

4.4 По письменному заявлению обучающегося инвалида, лица с ограниченными возможностями здоровья экзамен может проходить в устной или письменной форме и продолжительность сдачи государственного экзамена может быть увеличена по отношению к установленной продолжительности его сдачи:

- продолжительность сдачи государственного экзамена, проводимого в письменной форме, – не более чем на 90 минут;

- продолжительность подготовки обучающегося к ответу на государственном экзамене, проводимом в устной форме, – не более чем на 20 минут;

4.5 В зависимости от индивидуальных особенностей обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университет обеспечивает выполнение следующих требований при проведении государственного экзамена:

а) для слепых:

- задания и иные материалы для сдачи государственного экзамена оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются обучающимися на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых, либо надиктовываются ассистенту;

- при необходимости обучающимся предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

б) для слабовидящих:

- задания и иные материалы для сдачи государственного экзамена оформляются увеличенным шрифтом;

- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- при необходимости обучающимся предоставляется увеличивающее устройство, допускается использование увеличивающих устройств, имеющихся у обучающихся;

в) для глухих и слабослышащих, с тяжелыми нарушениями речи:

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- по их желанию государственный экзамен проводится в письменной форме;

г) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются обучающимися на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по их желанию государственный экзамен проводится в устной форме.

4.6 Обучающийся инвалид, лицо с ограниченными возможностями здоровья не позднее чем за 3 месяца до начала проведения государственной итоговой аттестации подает в деканат письменное заявление о необходимости создания для него специальных условий при проведении государственных итоговых аттестационных испытаний с указанием его индивидуальных особенностей. К заявлению прилагаются документы, подтверждающие наличие у обучающегося индивидуальных особенностей (при отсутствии указанных документов в университете).

В заявлении обучающийся указывает на необходимость (отсутствие необходимости) присутствия ассистента на государственном итоговом аттестационном испытании, необходимость (отсутствие необходимости) увеличения продолжительности сдачи государственного итогового аттестационного испытания по отношению к установленной продолжительности аттестационного испытания.

## 5. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ГОСУДАРСТВЕННОМУ ЭКЗАМЕНУ

### 5.1 Основная литература

1. Бакай, А. В. Генетика [Текст] / А. В. Бакай, И. И. Кочиш, Г. Г. Скрипниченко – М.: КолосС, 2006. – 448 с.
2. Белов, С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) [Текст] : учебник для бакалавров всех направлений подготовки в вузах России / С. В. Белов. - 2-е изд. ;испр. и доп. - М. : Юрайт, 2014. - 680 с.
3. Бирюков, В. В. Основы промышленной биотехнологии: Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по спец. "Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов"[Текст] / В. В. Бирюков. - М.: КолосС, 2004. - 296 с.
4. Боголюбов, С. А. Правовые основы природопользования и охраны окружающей среды [Текст] / С. А. Боголюбов, Е. А. Позднякова. – М.: ЮРАЙТ, 2015. – 395 с.
5. Васильев, Ю. Г. Цитология, гистология, эмбриология [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособ. /Ю. Г. Васильев, Е. И. Трошин, В. В. Яглов. – СПб.: Лань, 2013. – 576 с. – ЭБС «Лань».
6. Гуриев Г.Т. Человек и биосфера. Устойчивое развитие [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Гуриев Г.Т., Воробьев А.Е., Голик В.И.— Электрон. Текстовые данные.— Краснодар: Южный институт менеджмента, 2001.— 254 с.- ЭБС «iprbooks». – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9782>
7. Данилов, Р. К. Общая и медицинская эмбриология / Р.К. Данилов, Т.Г. Боровая. – СПб.: Спецлит, 2003. – 231 с.
8. Дмитриенко, В. П. Экологический мониторинг техносферы [Текст]: Учебное пособие / В. П. Дмитриенко. – СПб.: Изд-во «Лань», 2012. – 368 с.
9. Иванов, В.П. Медицинская экология [Электронный ресурс] : учебник / В.П. Иванов, Н.В. Иванова, А.В. Полоников. – Электрон. дан. – СПб. : СпецЛит, 2012. – 317 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=59803](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59803) – Загл. с экрана.
10. Инновационный маркетинг [Электронный ресурс]: учебник для бакалавриата и магистратуры / С. В. Карпова [и др.] ; под ред. С. В. Карповой. – М. : Издательство Юрайт, 2017. – 457 с. ЭБС «ЮРАЙТ». – Режим доступа : <https://www.biblio-online.ru/viewer/72435A31-C11C-42E1-9E50-0CDE3679FB4B#page/332>.
11. Казакова, М.В. Флора Рязанской области [Текст]/ М. В. Казакова. – Рязань: Русское слово, 2004. – 388 с., 39 карт.
12. Комов, В. П., Шведова В. Н. Биохимия // В. П. Комов, В. Н. Шведова. 4-е изд., исп. и доп. Учебник для академического бакалавриата.- 2015.- ЭБС (Юрайт). - <http://www.urait.ru/catalog/pachatnya/31617>.
13. Кузнецов, В.И. Анатомия и физиология человека [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Кузнецов, А.А. Семенович, В.А. Переверзев. – Электрон.

дан. – Минск : Новое знание, 2015. – 560 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=72482](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=72482) – Загл. с экрана.

14. Культура речи и деловое общение [Электронный ресурс] : Учебник и практикум для академического бакалавриата / Химик В.В. - Отв. Ред., Волкова Л.Б. – М.: ЮРАЙТ, 2016- ЭБС «ЮРАЙТ». – Режим доступа : <http://www.biblio-online.ru/viewer/741B5085-6AA7-4F47-8BB5-6F5F2D0393B1#page/1>

15. Основы делопроизводства. Язык служебного документа. [Электронный ресурс] : Учебник и практикум для академического бакалавриата / Шувалова Н.Н., Иванова А.Ю. –М.: «ЮРАЙТ», 2018. – ЭБС «ЮРАЙТ». – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/osnovy-deloproizvodstva-yazyk-sluzhebno-go-dokumenta-413325>

16. Прохоров, Б. Б. Экология человека [Текст] / Б. Б. Прохоров. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 320 с.

17. Прохоров, Б.Б. Социальная экология [Текст] / Б. Б. Прохоров. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 432 с.

18. Ручин, А. Б. Экология популяций и сообществ [Текст] / А.Б. Ручин. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 352 с.

19. Степановских А.С. Общая экология [Текст]. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 510 с.

20. Трифонова, Т.А. Прикладная экология: учебное пособие для вузов [Текст]/ Т.А. Трифонова, Н.В. Селиванова, Н.В. Мищенко. – М.: Академический проект, Гаудеамус, 2007. – 384 с.

21. Ушаков, Е. В. Биоэтика [Электронный ресурс]: Учебник и практикум / Е. В. Ушаков - М. : Издательство Юрайт, 2016. – 306 с. – ЭБС «Юрайт».

22. Хартанович, К. В. Основы менеджмента [Текст]: учебное пособие / К. В. Хартанович, В. Н. Краев. - М.: Академический Проект; Трикста, 2006. – 272 с.

23. Хаустов, А. П. Экологический мониторинг [Электронный ресурс]: Учебник для академического бакалавриата / А. П. Хаустов, М. М. Редина. – М.: ЮРАЙТ, 2014. – ЭБС «ЮРАЙТ». – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/ekologicheskiiy-monitoring-412996>

24. Хван, Т. А. Экология. Основы рационального природопользования [Электронный ресурс] : учеб. пособ. для бакалавров / Т. А. Хван, М. В. Шинкина. – 2015. – ЭБС «ЮРАЙТ».

25. Цаценко, Л.В. Биоэтика и основы биобезопасности [Текст] / Л. В.Цаценко. – СПб-М.: Лань, 2017. – 92 с.

26. Шумлянская, Н. А. Экология [Электронный ресурс] / Н. А. Шумлянская. – СПб., 2005. – ЭБС «Лань».

27. Экологический аудит предприятий. [Текст] / Г.П. Серов, Л.Н. Евсикова, Ю.А. Мажайский, А.Н. Радченко, Н.А. Акимкина. – Рязань: Мещерский филиал ГНУ ВНИИГИМ, 2007. – 158 с.

28. Экологическое право России [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / Под ред. Н.В. Румянцева. – М. : ЮНИТИ-дана, Закон и право, 2010. – 431 с.

## 5.2 Дополнительная литература

1. Антонюк, Э. В. Земноводные и пресмыкающиеся Рязанской области [Текст] / Э. В. Антонюк, И. М. Панченко. – Труды Окского государственного природного биосферного заповедника. Выпуск 32. – Рязань: НП «Голос губернии», 2014. – 168 с.
2. Ауэрман, Т. Л. Основы биохимии [Текст] : учебное пособие для студентов, обуч. по направлениям подготовки бакалавров "Биотехнология", "Продукты питания из растительного сырья" и "Технология продукции и организация общественного питания" / Т. Л. Ауэрман, Т. Г. Генералова, Г. М. Сусянок. - М. : ИНФРА-М, 2014. - 400 с.
3. Банников А.Г. Основы экологии и охрана окружающей среды [Текст]. – М.: Высшая школа, 1999. – 623 с.
4. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс] : учебник для академического бакалавриата / Я. Д. Вишняков [и др.] ; под общ. ред. Я. Д. Вишнякова. – Электрон. текстовые дан. -5-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2016. – 416 с. – Режим доступа : <https://www.biblio-online.ru>.
5. Егорова, Татьяна Алексеевна. Основы биотехнологии [Текст] : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по спец. «Биология» / Т. А. Егорова, С. М. Клунова, Е. А. Живухина. – М.: Академия, 2005. – 208 с.
6. Иванчев, В. П. Миноги и рыбы бассейна Верхнего Дона [Текст] / В. П. Иванчев, В. С. Сарычев, Е. Ю. Иванчева. – Труды Окского государственного природного биосферного заповедника. Выпуск 28. – Рязань: НП «Голос губернии», 2013. – 275 с.
7. Канке В. А. История, философия и методология естественных наук. Учебник для магистров [Электронный ресурс] / В. А. Канке. – М., ЮРАЙТ, 2014. – ЭБС «ЮРАЙТ». – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/istoriya-filosofiya-i-metodologiya-estestvennyh-nauk-426165>
8. Красная книга Рязанской области: животные [Текст] / Под ред. В. П. Иванчева. – Рязань: Узорочье, 2001. – 689 с. – 2011. – 626 с.
9. Красная книга Рязанской области: природные комплексы [Текст] / Под ред. В. П. Иванчева. – Рязань: Узорочье, 2001. – 594 с.
10. Маркетинг в отраслях и сферах деятельности [Электронный ресурс]: учебник и практикум для академического бакалавриата / С. В. Карпова [и др.] ; под общ. ред. С. В. Карповой, С. В. Мхитаряна. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 404 с. ЭБС «ЮРАЙТ».
11. Мониторинг атмосферного воздуха: учебное пособие [Текст]/ В.В. Тарасов, И.О. Тихонова, Н.Е. Кручинина. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2010. - 128 с.
12. Общая и молекулярная генетика: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / И. Ф. Жимулёв. – Электрон. текстовые данные. – Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2007. – 479 с. – Режим доступа <http://www.iprbookshop.ru/>. – [ЭБС «IPRbooks»].
13. Панкова, Н. Л. Структура и динамика растительного покрова водоемов Окского заповедника [Текст] / Н. Л. Панкова. – Труды Окского государственного

природного биосферного заповедника. Выпуск 31. – Рязань: НП «Голос губернии», 2014. – 166 с.

14. Правоведение [Текст] : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по неюридическим направлениям подготовки / под общ. ред. М. Б. Смоленского. – 5-е изд. ; перераб. и доп. – М. : Дашков и К' : Академцентр, 2014. – 496 с.

15. Ситаров, В. А. Социальная экология: учебник для бакалавров [Электронный ресурс] / В. А. Ситаров, В. В. Пустовойтов. – Электрон.текстовые данные. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2015. – 517 с. – Режим доступа <http://www.biblio-online.ru/>.– [ЭБС «Юрайт»].

16. Таратухина, Ю. В. Деловые и межкультурные коммуникации. Учебник и практикум для академического бакалавриата [Электронный ресурс] / Ю. В. Таратухина, З. К. Авдеева. – М., ЮРАЙТ, 2014. – ЭБС «ЮРАЙТ». – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/delovye-i-mezhkulturnye-kommunikacii-413095>

17. Тельцов, Л. П. Тесты по цитологии, эмбриологии и общей гистологии [Электронный ресурс] : учеб. пособ. / Л. П. Тельцов, О. Т. Муллакаев, В. В. Яглов. – СПб.: Лань, 2011. – 208 с. – ЭБС «Лань».

18. Уливанова, Г. В. Основы биоэтики. Учебно-методическое пособие для изучения курса, практических и самостоятельных работ [Текст] / Г. В. Уливанова. – Рязань, ИРИЦ, 2018. – 80 с.

### **Законодательно-нормативная литература**

<http://www.garant.ru/> Гарант

<http://www.consultant.ru/> КонсультантПлюс

### **5.3 Периодические издания**

1. Экологическая экспертиза [Текст]: обзорная информация // Гл. ред. акад. Ю.М. Арский. – М., ВИНТИ; ЦЭП, 2002 – 2012. ISSN 0869-1010.

2. Экономика природопользования [Текст]: обзорная информация // Гл. ред. акад. Ю.М. Арский. – М., ВИНТИ; ЦЭП, 2002 – 2011. ISSN 1994-8336.

3. Экология: научно-теоретический журнал [Текст] / учредитель Российская Академия Наук. – М.: Наука, 2005 – 2013 г.г. ISSN 0367-0597.

4. Наука и жизнь <http://www.nkj.ru/archive/>

5. Научно-методический журнал "Физическая культура: воспитание, образование, тренировка". URL: <http://www.teoriya.ru/fkvot>.

6. Научно-теоретический журнал "Теория и практика физической культуры". URL: <http://www.teoriya.ru/journals>

7. Вопросы экономики : теор. и науч.-практич. журн. / учредители : Некоммерческое партнерство Редакция журнала "Вопросы экономики"; Институт экономики РАН. – М., 2015 - . – Ежемесяч. – ISSN 0042-8736.

8. Менеджмент в России и за рубежом : науч.-практич. журнал / Учредитель и изд. «Финпресс . – 1997. - М. : ЗАО «Финпресс». – Двухмес. – ISSN 1028-5857.



## 5.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

<b>Профессиональные БД</b>	
<a href="http://www.chem.msu.su">http://www.chem.msu.su</a>	Химическая информационная сеть «Наука. Образование. Технология». Химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова
<a href="http://ChemPort.Ru">ChemPort.Ru</a>	Химический портал
<a href="http://www.infosport.ru">http://www.infosport.ru</a>	Национальная информационная сеть «Спортивная Россия»
<a href="http://libweb.ksu.ru/ebooks">libweb.ksu.ru/ebooks</a>	ЭР ЭБ НБ КФУ
<b>Сайты официальных организаций</b>	
<a href="http://www.mchs.gov.ru">www.mchs.gov.ru</a>	Официальный сайт Министерства по чрезвычайным ситуациям Российской Федерации
<a href="http://www.rosminzdrav.ru">www.rosminzdrav.ru</a>	Официальный сайт Министерства здравоохранения Российской Федерации
<a href="https://meteoinfo.ru">https://meteoinfo.ru</a>	Гидрометцентр России
<a href="http://rpn.gov.ru">http://rpn.gov.ru</a>	Федеральная служба по надзору в сфере природопользования
<a href="http://www.mnr.gov.ru/">http://www.mnr.gov.ru/</a>	Минприроды России
<a href="http://oksky-reserve.ru/">http://oksky-reserve.ru/</a>	Окский государственный природный биосферный заповедник
<a href="http://lib.sportedu.ru">http://lib.sportedu.ru</a>	Центральная отраслевая библиотека по физической культуре и спорту Российского государственного университета физической культуры и спорта
<b>Информационные справочные системы</b>	
<a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a>	Гарант
<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>	КонсультантПлюс

ЭБС «Юрайт»: Режим доступа: <https://biblio-online.ru>

ЭБС «IPRbooks»: Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>

LIBRARY: Режим доступа: <https://elibrary.ru/defaultx.asp?>

Электронная библиотека РГАТУ: Режим доступа: <http://bibl.rgatu.ru/web>

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»**

**ФАКУЛЬТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОТЕХНОЛОГИИ**

**Кафедра зоотехнии и биологии**

**Методические рекомендации  
по организации выполнения выпускной квалификационной работы  
для студентов направления подготовки  
06.03.01 Биология**

**Рязань, 2019**

Методические указания разработаны с учетом требований государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования для специальности 06.03.01 Биология, утвержденного Министерством образования и науки Российской Федерации 7 августа 2014 года, приказ № 944, и положения о выпускной квалификационной работе ФГБОУ ВО РГАТУ.

Методические указания разработаны деканом факультета ветеринарной медицины и биотехнологии, доктором с.-х. наук, профессором И. Ю. Быстровой; профессором кафедры зоотехнии и биологии, доктором биол. наук, доцентом А. И. Новак; доцентом кафедры зоотехнии и биологии, канд.биол.наук Г.В. Уливановой; доцентом кафедры зоотехнии и биологии канд.биол.наук О.А. Федосовой.

В указаниях представлена методика выполнения и подготовки к защите выпускной квалификационной работы, изложены требования, предъявляемые к ее структуре, содержанию и оформлению.

Рецензенты:

профессор кафедры зоотехнии и биологии, доктор с.-х. наук, профессор, Н. И. Торжков;

заведующая кафедрой анатомии и физиологии сельскохозяйственных животных, доктор биол. наук, профессор Л. Г. Каширина.

## СОДЕРЖАНИЕ

с.

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1. ВЫБОР И УТВЕРЖДЕНИЕ ТЕМЫ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ .....	13
2. ПРИМЕРНАЯ СТРУКТУРА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ .....	14
3. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ РАЗДЕЛОВ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ .....	15
3.1. Рекомендации по оформлению введения .....	15
3.2. Рекомендации по оформлению раздела «ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ» .....	17
3.3. Рекомендации по оформлению раздела «СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ» .....	21
3.4. Рекомендации по оформлению раздела «ЗАКЛЮЧЕНИЕ» .....	22
3.5. Рекомендации по оформлению раздела «ВЫВОДЫ» .....	23
3.6. Рекомендации по оформлению раздела «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ» .....	23
3.7. Рекомендации по оформлению раздела «ПРИЛОЖЕНИЯ» .....	28
4. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ТЕКСТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ И СРОКАМ ЕЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ К ЗАЩИТЕ .....	29

## ВВЕДЕНИЕ

Выпускная квалификационная работа является заключительным этапом обучения, отражает способность к самостоятельной профессиональной деятельности по профилю «Биоэкология».

Цель выполнения выпускной квалификационной работы: систематизировать и закрепить полученные знания, подробно изучить прикладные аспекты экологии, приобрести практические навыки в проведении экологического мониторинга, определении состояния экосистем и их отдельных компонентов, проанализировать разработанные в настоящее время мероприятия по охране окружающей среды и предложить способы их усовершенствования.

Выпускная квалификационная работа представляет собой законченную научно-исследовательскую или научно-производственную разработку, отражает полученные в период обучения навыки и умения:

- сбор и анализ экспериментальной, полевой и статистической информации;
- понимание основных эколого-биологических закономерностей;
- применение современных методов научных исследований;
- способность определять актуальность целей и задач, практическую значимость и новизну исследований;
- анализ результатов исследований.

При подготовке и защите выпускной квалификационной работы осваиваются следующие компетенции:

ОК-4 – способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности;

ОК-5 – способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия;

ОК-7 – способностью к самоорганизации и самообразованию;

ОК-9 – способностью использовать приемы первой помощи, методы защи-

ты в условиях чрезвычайных ситуаций;

ОПК-1 – способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;

ОПК-2 – способностью использовать экологическую грамотность и базовые знания в области физики, химии, наук о Земле и биологии в жизненных ситуациях; прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности, нести ответственность за свои решения;

ОПК-3 – способностью понимать базовые представления о разнообразии биологических объектов, значение биоразнообразия для устойчивости биосферы, способностью использовать методы наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования биологических объектов;

ОПК-4 – способностью применять принципы структурной и функциональной организации биологических объектов и владением знанием механизмов гомеостатической регуляции; владением основными физиологическими методами анализа и оценки состояния живых систем;

ОПК-5 – способностью применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности;

ОПК-6 – способностью применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой;

ОПК-9 – способностью использовать базовые представления о закономерностях воспроизведения и индивидуального развития биологических объектов, методы получения и работы с эмбриональными объектами;

ОПК-10 – способностью применять базовые представления об основах общей, системной и прикладной экологии, принципы оптимального природопользования и охраны природы, мониторинга, оценки состояния природной среды и охраны живой природы;

ОПК-13 – готовностью использовать правовые нормы исследовательских работ и авторского права, а также законодательства Российской Федерации в области охраны природы и природопользования;

ОПК-14 – способностью и готовностью вести дискуссию по социально-значимым проблемам биологии и экологии;

ПК-1 – способностью эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ;

ПК-2 – способностью применять на практике приемы составления научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт и пояснительных записок, излагать и критически анализировать получаемую информацию и представлять результаты полевых и лабораторных биологических исследований;

ПК-6 – способностью применять на практике методы управления в сфере биологических и биомедицинских производств, мониторинга и охраны природной среды, природопользования, восстановления и охраны биоресурсов;

ПК-8 – способностью использовать основные технические средства поиска научно-биологической информации, универсальные пакеты прикладных компьютерных программ, создавать базы экспериментальных биологических данных, работать с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях.

Защита выпускной квалификационной работы проводится на открытом заседании Государственной экзаменационной комиссии (ГЭК).

Таблица 1 – Этапы освоения компетенций при работе с документами, источниками литературы, выполнении исследований, подготовке к процедуре защиты ВКР

Индекс	Планируемые результаты	Этап выполнения и защиты ВКР
ОК-4	Знать правовые основы экологической экспертизы и оценки воздействия на окружающую среду	обзор литературы, заключение
	Уметь применять полученные знания для целей оценки воздействия на окружающую среду	заключение
	Иметь навыки использования правовых основ экологической экспертизы и оценки воздействия на окружающую среду	заключение, выводы
ОК-5	Знать основные грамматические явления и структуры, используемые в устном и письменном общении на русском и иностранном языках	обзор литературы, список использованных источников
	Уметь собирать информацию научно-профессионального характера из отечественных и иностранных источников, решать задачи межличностного и межкультурного взаимодействия при сборе и анализе материала	результаты исследований, заключение
	Иметь навыки публичной речи, деловой переписки, ведения документации, приемами аннотирования, реферирования, перевода литературы по специальности; навыками, достаточными для повседневного и делового общения, последующего изучения и осмысления отечественного и зарубежного опыта в совместной производственной и научной работе; выражения своих мыслей и мнения в межличностном и деловом общении на русском и иностранном языках	реферат, обзор литературы, процедура защиты ВКР
ОК-7	Знать способы и методы структурирования эколого-биологических сведений	материалы и методы исследований
	Уметь планировать ход исследований, самостоятельно работать с литературой и лабораторным оборудованием, обобщать результаты и делать выводы	обзор литературы, результаты исследований, выводы
	Иметь навыки своевременного выполнения этапов исследований и их обобщения; применения простейших приемов саморегуляции психического состояния; использования саморефлексии в жизни и профессиональной деятельности	заключение, процедура защиты ВКР
ОК-9	Знать теоретические основы безопасности жизнедеятельности в системе «человек – среда обитания»; особенности психологического состояния в чрезвычайных ситуациях; приемы первой помощи	работа по сбору материала, обзор литературы



Индекс	Планируемые результаты	Этап выполнения и защиты ВКР
	Уметь использовать приемы первой помощи в условиях чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера	работа по сбору материала
	Иметь навыки применения основных мер защиты производственного персонала и населения при авариях, катастрофах, стихийных бедствиях	заклучение
ОПК-1	Знать принципы информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	обзор литературы, список использованных источников
	Уметь использовать полученные знания для защиты информации	результаты исследований
	Иметь навыки информационной и библиографической культуры, защиты информации в решении задач профессиональной деятельности	природно-климатические условия района исследований, результаты исследований
ОПК-2	Знать фундаментальные естественнонаучные концепции, критерии оценки состояния и прогнозирования изменений окружающей среды	введение, обзор литературы, заключение
	Уметь применять базовые знания в области физики, химии, наук о Земле и биологии в жизненных ситуациях, принципы оптимального природопользования и охраны природы, мониторинга, оценки состояния природной среды и охраны природы	результаты исследований
	Иметь навыки решения прикладных задач экологии, экологического моделирования и прогнозирования, нести ответственность за свои действия	результаты исследований
ОПК-3	Знать научные основы биоразнообразия и принципы его сохранения, значение биоразнообразия для устойчивости биосферы	обзор литературы, заключение
	Уметь использовать методы наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования биологических объектов	природно-климатические условия района исследований, результаты исследований
	Иметь навыки наблюдения, описания, идентификации, культивирования биологических объектов	результаты исследований, выводы
ОПК-4	Знать принципы структурной и функциональной организации биологических объектов, механизмы гомеостатической регуляции; современные проблемы и достижения физиологии чело-	обзор литературы, заключение

Индекс	Планируемые результаты	Этап выполнения и защиты ВКР
	века и животных, физиологии растений, физиологии высшей нервной деятельности, биомедицины	
	Уметь демонстрировать базовые представления о структурном и функциональном разнообразии биологических объектов; проводить функциональную диагностику и коррекцию состояния организма, изучать физиологический ответ организма на изменения условий внешней среды	результаты исследований, выводы
	Иметь навыки использования основных физиологических методов анализа и оценки состояния живых систем; использования методов физико-химической и клеточной биологии в клинических исследованиях, решении проблем физиологии труда	результаты исследований, выводы
ОПК-5	Знать биофизические и биохимические основы воздействия экологических факторов на жизнедеятельность организмов; приборы и методы изучения реакций организмов на внешние воздействия	обзор литературы, материалы и методы исследований; заключение
	Уметь изучать клеточную организацию животных, грибов, растений; биофизические и молекулярно-биохимические аспекты жизнедеятельности	результаты исследований, выводы
	Иметь навыки применения разнообразных приемов и методов для изучения клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности; систематизации и анализа данных о процессах преемственности жизни на всех уровнях организации живого	материалы и методы исследований, результаты исследований, выводы
ОПК-6	Знать основные экспериментальные методы анализа и оценки состояния живых систем разных уровней организации	обзор литературы, заключение
	Уметь подбирать современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях	материалы и методы исследований
	Иметь навыки работы с современной аппаратурой для выполнения экспериментов с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях	результаты исследований, выводы
ОПК-9	Знать особенности строения и формирования половых клеток; оплодотворения и раннего развития различных таксономических групп; периодизацию онтогенеза животных и растений	обзор литературы, заключение
	Уметь изучать жизненные циклы, этапы индивидуального развития, биологический возраст живых объектов	результаты исследований, выводы
	Иметь навыки получения и работы с эмбриональными объектами; использо-	результаты исследований, за-

Индекс	Планируемые результаты	Этап выполнения и защиты ВКР
	вания основных понятий в области биологии размножения и развития для популяризации знаний	ключение
ОПК-10	Знать принципы устойчивости биосферы в рамках концепции устойчивого развития, синергетические основы устойчивости биологических систем; основы природопользования и природообустройства; стратегию сохранения биоразнообразия	обзор литературы, заключение
	Уметь решать задачи рационального природопользования и природообустройства на основе применения базовых представлений об основах общей, системной и прикладной экологии, принципов мониторинга окружающей среды	результаты исследований, заключение
	Иметь навыки практического применения принципов оптимального природопользования и природообустройства в конкретных ситуациях	результаты исследований, выводы
ОПК-13	Знать правовые нормы исследовательских работ и авторского права; правовые и нормативные основы в области охраны природы и природопользования	введение, обзор литературы
	Уметь правильно и эффективно применять методы охраны природных ресурсов учетом действующего законодательства в области охраны природы и природопользования	результаты исследований, выводы
	Иметь навыки практического применения современных подходов и методов анализа экологической обстановки и экологического прогноза последствий антропогенной деятельности с учетом действующего законодательства в области охраны природы и природопользования	заключение, выводы
ОПК-14	Знать принципы взаимодействия человека, общества и природы, закономерности функционирования и развития общества, концепции экологического образования и воспитания; нравственно-этические основы экологической культуры	обзор литературы
	Уметь обосновывать различные подходы к решению социально-экологических проблем	заключение, выводы
	Иметь навыки выступления с устным сообщением, корректного ведения диалога по основам организации и функционирования социоприродных систем	доклад по ВКР
ПК-1	Знать современное оборудование, необходимое для сбора и изучения объектов окружающей природной среды в полевых и лабораторных условиях	материалы и методы исследований
	Уметь выбирать оборудование, необходимое для изучения конкретных биологических объектов; представлять, анализировать и	результаты исследований, выводы

Индекс	Планируемые результаты	Этап выполнения и защиты ВКР
	интерпретировать полученную информацию Иметь навыки подготовки, настройки и работы с современной аппаратурой и оборудованием для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ	результаты исследований
ПК-2	Знать основные способы статистической обработки экологической информации, подготовки ее к анализу и способы оформления научной экологической информации	результаты исследований
	Уметь составлять научно-технические отчеты, обзоры, аналитические карты и пояснительные записки, излагать и критически анализировать получаемую информацию	обзор литературы, результаты исследований, заключение
	Иметь навыки подбора аналитической информации по теме исследований, представления результатов полевых и лабораторных биологических исследований	введение, результаты исследований, выводы
ПК-6	Знать методы управления в сфере биологических и биомедицинских производств, мониторинга и охраны природной среды, природопользования, восстановления и охраны биоресурсов	обзор литературы, материалы и методы исследований
	Уметь применять полученные знания в учебной и профессиональной деятельности; использовать их в планировании и реализации природоохранных мероприятий	результаты исследований, заключение
	Иметь навыки применения результатов оценки состояния экосистем для планирования мероприятий по охране объектов окружающей среды и восстановлению их потенциала	заключение, выводы
ПК-8	Знать основные технические средства поиска научно-биологической информации, универсальные пакеты прикладных компьютерных программ	обзор литературы, статистическая обработка результатов исследований
	Уметь создавать базы экспериментальных биологических данных, работать с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях	статистическая обработка результатов исследований
	Иметь навыки использования основных технических средств поиска научно-биологической информации	обзор литературы, список использованных источников

# **1. ВЫБОР И УТВЕРЖДЕНИЕ ТЕМЫ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

Одним из важнейших критериев выбора темы выпускной квалификационной работы является ее актуальность, которая определяется значением темы среди наиболее важных проблем биологии, экологии и других естественных наук. При выборе темы важно учитывать состояние научно-исследовательской и учебной базы университета. Содержание выпускной квалификационной работы должно быть связано с научным направлением выпускающей кафедры.

Выпускающая кафедра разрабатывает и обеспечивает обучающихся методическими указаниями, содержащими требованиями к выполнению и оформлению работы в соответствии с квалификацией выпускника.

Перед началом проведения исследований обучающийся должен разработать календарный план с указанием отдельных этапов выполнения работы.

Научный руководитель оказывает обучающемуся научно-методическую помощь в разработке темы и календарного плана проведения исследований, рекомендует необходимую литературу, обучает работе с оборудованием, систематически консультирует.

Обучающийся, выполняющий выпускную квалификационную работу, обязан регулярно знакомить руководителя с ходом проведения исследований, собранным статистическим и коллекционным материалом, проведенным анализом литературных данных.

При подготовке работы обучающийся должен использовать накопленный за период обучения опыт выполнения научных исследований и статистической обработки данных.

## 2. ПРИМЕРНАЯ СТРУКТУРА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Рекомендуемый объем выпускной квалификационной работы составляет от 40 до 70 страниц компьютерного текста (без приложений). Выпускная квалификационная работа должна включать основные разделы, приведенные в таблице 2, которые войдут в содержание. В таблице 2 указано **примерное** количество страниц отдельных разделов выпускной квалификационной работы.

Таблица 2 – Структура выпускной квалификационной работы

Название и нумерация разделов	Количество страниц
РЕФЕРАТ	1
ВВЕДЕНИЕ	2-3
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	10-20
2. СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	
2.1. Природно-климатические условия района исследований	3-6
2.2. Материалы и методы исследований	3-5
2.3. Результаты исследований	10-20
3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ	3-5
ВЫВОДЫ	1-2
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	5-10
ПРИЛОЖЕНИЯ	не более 10

Первая страница выпускной квалификационной работы – титульный лист – оформляется согласно образцу, выданному в деканате. Второй страницей является содержание, в котором должны быть отражены все разделы и подразделы работы в последовательности, указанной в таблице 1.

Разделы «РЕФЕРАТ», «СОДЕРЖАНИЕ», «ВВЕДЕНИЕ», «ВЫВОДЫ», «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ», «ПРИЛОЖЕНИЯ» не имеют нумерации перед названием, как указано в таблице 1.

На титульном листе номер страницы не проставляется. Номера выстав-

ляются, начиная с содержания внизу, в центре. Страница с рефератом будет иметь номер 2. Во всей работе, включая приложения, нумерация страниц сквозная.

В содержании необходимо указать номера всех разделов и подразделов. Промежуток от названия раздела до номера страницы, указанного в содержании, должен быть заполнен точками.

Над номерами страниц в содержании надо проставить обозначение «с.», как указано на странице 3 настоящих указаний.

Перед содержанием необходимо поместить **реферат** по работе. Требования к реферату: рекомендуемый объем 250-500 слов, но не более 3000 символов с пробелами. В реферате необходимо осветить цель и задачи исследования, отметить ключевые слова, объекты исследования и методы, четко сформулировать значимость исследований.

### **3. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ РАЗДЕЛОВ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

#### **3.1. Рекомендации по оформлению введения**

Во введении выпускной квалификационной работы излагаются актуальность, научно-практическое значение исследований, формулируются цель и задачи работы.

Актуальность определяется в соответствии со значимостью проблемы для состояния окружающей среды и здоровья человека, включает все стороны негативного воздействия на экосистемы, в том числе антропогенного влияния на окружающую среду.

Научно-практическое значение отражает новизну проводимых исследований, теоретическое обоснование предложений по совершенствованию деятельности предприятия в области охраны окружающей среды и рациональному природопользованию. При исследовании природной экосистемы или модели-

ровании природного процесса необходимо отразить научное значение изучаемых вопросов.

Подзаголовки «Актуальность» и «Научно-практическое значение» в тексте введения не указываются.

Цель и задачи приводятся в конце введения. Слова «цель» и «задачи» выделяются жирным шрифтом.

**Цель** – это краткое изложение направления научных исследований. Цель работы формулируется в соответствии с названием.

*Например:* тема выпускной квалификационной работы – «Источники экотоксикантов в окружающей среде и их воздействие на экосистемы»; возможная формулировка цели – «Изучить пути поступления отравляющих химических веществ в природные экосистемы, выявить негативные стороны их воздействия на компоненты окружающей среды, разработать методы снижения токсичности».

Цель реализуется благодаря последовательному решению ряда **задач**, которые отражают этапы исследований. На основании задач составляются обзор литературы, материал и методы, результаты собственных исследований, выводы и предложения производству, обсуждение полученных результатов. Фактически задачи являются планом выполнения выпускной квалификационной работы. Количество задач должно быть не менее трех. *Например:*

**Задачи:**

1. Выявить источники поступления поллютантов в окружающую среду.
2. Установить пути циркуляции экотоксикантов в биосфере.
3. Определить последствия длительного воздействия токсичных веществ на живые организмы.
4. Разработать способы снижения негативного воздействия токсичных веществ на живой организм.



## 3.2. Рекомендации по оформлению раздела

### «ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ»

Обзор литературы имеет большое значение при оценке творческого подхода обучающегося к выполнению выпускной квалификационной работы, отображает степень изученности проблемы. В обзоре приводится анализ результатов исследований, выполненных отечественными и зарубежными учеными за последние 10-15 лет. Это позволяет подчеркнуть значимость и новизну выполняемых студентом исследований. Необходимо уделить внимание истории вопроса, кем впервые изучались объекты исследований, какие методики применялись, в чем отличие современных подходов. Литературный обзор должен содержать анализ существующих концепций, методик и результатов экспериментальных и полевых исследований по теме выпускной квалификационной работы.

Для составления обзора литературы необходимо использовать статьи и резюме из научных, реферативных журналов, монографии, авторефераты кандидатских и докторских диссертаций, материалы научно-практических конференций, симпозиумов, сборники научных статей, в ограниченном количестве нормативно-техническую документацию (законы, нормы, постановления и др.). Результаты следует приводить в соответствии с поставленными в работе задачами, соблюдая хронологическую последовательность при цитировании работ исследователей. Цитируемые материалы по каждой работе должны быть изложены кратко (5-7 строк), отражать основные моменты проведенных ученым исследований. Таким образом, на странице приводится не менее 5-6 ссылок. Необходимо анализировать публикации с противоречивыми результатами, что указывает на недостаточную изученность вопроса и перспективность исследований в выбранном направлении.

При подготовке обзора литературы необходимо осветить следующие моменты:

основные законы, регулирующие рациональное использование и охрану природных ресурсов в России;

формы международного сотрудничества в сфере охраны природы;

нормативы качества среды, допустимого воздействия, использования природных ресурсов;

санитарные нормы проектирования промышленных предприятий;

экологическое обоснование размещения производства и анализ природного потенциала загрязнения биосферы;

критерии оценок экологических проблем и ситуаций;

нормирование выбросов в атмосферу; нормирование сбросов загрязняющих веществ в водные объекты окружающей среды;

совокупность этических принципов и норм, которыми необходимо руководствоваться в профессиональной деятельности;

оздоровительные системы физического воспитания, необходимые для укрепления здоровья, профилактики профессиональных заболеваний, искоренения вредных привычек и увеличения продолжительности жизни; приемы восстановления после продолжительных физических и психических нагрузок;

теоретические основы безопасности жизнедеятельности в системе «человек – среда обитания»; особенности психологического состояния в чрезвычайных ситуациях; приемы первой помощи;

фундаментальные естественнонаучные концепции, критерии оценки состояния и прогнозирования изменений окружающей среды;

научные основы биоразнообразия и принципы его сохранения, значение биоразнообразия для устойчивости биосферы;

принципы структурной и функциональной организации биологических объектов, механизмы гомеостатической регуляции; современные проблемы и достижения физиологии человека и животных, физиологии растений, физиологии высшей нервной деятельности, биомедицины;

биофизические и биохимические основы воздействия экологических факторов на жизнедеятельность организмов; приборы и методы изучения реакций организмов на внешние воздействия;

основные экспериментальные методы анализа и оценки состояния живых систем разных уровней организации;

Вопросы экологической и популяционной генетики.

задачи и возможности клеточной и генетической инженерии; принципы создания трансгенных организмов, их значение в решении проблемы сохранения окружающей природной среды, влияние на здоровье человека; основные подходы геномики и протеомики для решения задач охраны природы;

значение закономерностей эволюции в решении природоохранительных процессов и возможностей управления формированием онтогенезов;

прогнозирование последствий воздействия человека на окружающую его природу с точки зрения эволюционной биологии;

особенности строения и формирования половых клеток; оплодотворения и раннего развития различных таксономических групп; периодизацию онтогенеза животных и растений;

принципы устойчивости биосферы в рамках концепции устойчивого развития, синергетические основы устойчивости биологических систем; основы природопользования и природообустройства; стратегию сохранения биоразнообразия;

методы теоретических и экспериментальных исследований в области биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования;

философское, мировоззренческие и научные основания биоэтики, историю ее становления и трактовку в различных социокультурных условиях; принципы, идеи и проблемы биоэтики; правовые основы биоэтики, области ее применения;

правовые и нормативные основы в области охраны природы и природопользования;

принципы взаимодействия человека, общества и природы, закономерности функционирования и развития общества, концепции экологического образования и воспитания; нравственно-этические основы экологической культуры; методы управления в сфере биологических и биомедицинских производств, мониторинга и охраны природной среды, природопользования, восстановления и охраны биоресурсов.

### **Оформление ссылок в тексте работы**

Библиографические ссылки употребляют:

- при цитировании;
- при заимствовании положений, формул, таблиц, иллюстраций;
- при необходимости обращения к другому изданию, где более полно изложен вопрос.

Внутритекстовые ссылки размещаются непосредственно в строке после текста, к которому относятся. Оформляются в скобках с указанием номера в списке литературы, например [31]. Могут быть приведены ссылки на несколько работ одного или разных авторов [12-17, 19].

Возможные примеры ссылок на литературные источники в выпускной квалификационной работе: «Как сообщают И. В. Ивашов [17], Л. Н. Пан [36],...»; «Согласно исследованиям В. В. Добровольского [15]...»; «Работы А. Д. Жигалина [7, 8] свидетельствуют о...»; «Изучая особенности циркуляции экотоксикантов, Л. А. Головлева [3] пришла к выводу, что ...»; «Авторами (Ю. Г. Жуковский, А. Г. Фарцейгер и др. [11]) определена высокая токсичность фосфорорганических пестицидов для голубей...»; «А. А. Петров [13] при проведении экспериментов получил результаты, не соответствующие данным И. П. Смирнова [17] ...».

При цитировании работ ученых, законодательных актов и других источников кавычки не ставятся. При составлении обзора литературы возможно использование текста из разных работ без употребления вводных фраз, приведен-

ных в предыдущем абзаце. В итоге должен получиться связный текст, характеризующий степень изученности определенного вопроса.

Цифра в квадратных скобках обозначает номер источника в списке использованной при выполнении выпускной квалификационной работы литературы.

Каждый подраздел в обзоре литературы завершается кратким резюме, в котором обобщается основной смысл изложенного.

Например: «Таким образом, анализ работ отечественных и зарубежных исследователей показывает, что, перемещаясь от одного звена трофической цепи к другому, токсичные вещества накапливаются в тканях живых организмов и в конечном звене достигают максимальных значений в организме вершинного хищника».

В конце раздела «Обзор литературы» необходимо сделать обобщающее краткое заключение о степени изученности проблемы и перспективах выполнения дальнейших исследований.

### **3.3. Рекомендации по оформлению раздела**

#### **«СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ»**

Подраздел 2.1. «Природно-климатические условия района исследований» раздела «Собственные исследования» климатические и географические особенности местности, видовой состав биоценоза, факторы, влияющие на популяционные характеристики отдельных видов, взаимоотношения между популяциями, пути циркуляции биогенных элементов, преобладающие направления ветра, способствующие распространению атмосферных выбросов, особенности водотока для сброса сточных вод и т. п.

В подразделе 2.2. «Материалы и методы исследований» следует указать предприятие, район и сроки проведения исследований, перечислить объекты наблюдений, привести объем собранного материала, подробно изложить ис-

пользованные методики, включая приборы, инструменты, полевое оборудование и химические реагенты.

В подразделе 2.3. «Результаты исследований» последовательность изложения результатов выполненной работы приводится в соответствии с решаемыми задачами.

Один из вариантов изложения материала:

1. Данные экологической отчетности региона по изучаемой проблеме.
2. Изучение динамики изменений (возрастная, сезонная, многолетняя), влияния на экологические процессы природно-климатических и метеорологических условий, социально-экономических факторов.
3. Сравнительный анализ методов определения различных показателей, изучения популяционных характеристик и т. п.
4. Информация по использованию современных способов ликвидации последствий изменения экосистем, неблагоприятного воздействия на здоровье человека и др.
5. Компоненты нанесенного ущерба в результате антропогенного воздействия или природной катастрофы.

Описание выполненных исследований иллюстрируется таблицами, графиками, диаграммами, картограммами, схемами, рисунками, фотографиями, анализ которых необходимо привести в тексте раздела.

### **3.4. Рекомендации по оформлению раздела**

#### **«ЗАКЛЮЧЕНИЕ»**

Заключение представляет собой анализ выполненных исследований, экологических мероприятий и производственных опытов с обоснованием полученных результатов. Можно сделать прогноз дальнейших изменений. Последовательность изложения результатов в заключении должна соответствовать последовательности изложения материала в разделе 2.3. «Результаты исследований».

### **3.5. Рекомендации по оформлению раздела «ВЫВОДЫ»**

Выводы должны быть лаконичными (не более 5-7 строк каждый) с конкретными цифровыми данными. В них формулируются основные результаты работы, отражающие их актуальность, новизну и значение для науки и практики. По существу выводы являются краткими ответами на поставленные во введении выпускной квалификационной работы задачи. Выводы нумеруются арабскими цифрами. Количество выводов должно быть сопоставимо с числом задач исследований (обычно эти значения равны).

### **3.6. Рекомендации по оформлению раздела «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ»**

Список использованных источников является обязательной составной частью выпускной квалификационной работы и показывает умение выпускника применять на практике знания, полученные при изучении соответствующих учебных дисциплин, а также характеризует степень изученности проблемы.

В список включаются библиографические сведения об использованных при подготовке работы источниках. Обязательно надо включить источники из электронной библиотеки ФГБОУ ВО РГАТУ.

Основу списка использованных источников должны составлять научные статьи, авторефераты диссертаций, монографии. Могут быть приведены справочники, экологические и природоохранные ГОСТы и законы. Учебники в список использованных источников включать запрещается.

Рекомендуется включать в список также библиографические записи на цитируемые в тексте работы документы и источники статистических сведений.

В работах ретроспективного или обзорного характера возникает необходимость упоминания того или иного издания. В том случае, если в список включаются библиографические сведения об изданиях, с которыми читатель непосредственно незнакомился, в библиографической записи указывается ис-

точник сведений, из которого взяты данные об издании (по форме: «Цит. по ...» или «Приводится по ...»).

Составление списка – длительный процесс, начинающийся с момента определения темы работы. Необходимо сразу начать вести личную библиографическую картотеку (удобнее – на отдельных карточках или в отдельном электронном документе), выписывая из каталогов, картотек, библиографических пособий, списков в изданиях все источники, которые имеют отношение к теме. При ознакомлении с каждым источником библиографические данные проверяются и уточняются. Цитаты, фактические, статистические и иные сведения выписываются с точным указанием страниц.

Все библиографические сведения необходимо приводить по правилам, предусмотренным действующими государственными стандартами.

Сведения о книгах (монографии, учебники, справочники и т. п.) должны включать: фамилию и инициалы автора (авторов), название книги, город, издательство, год издания, количество страниц.

При наличии трех и более авторов допускается указывать фамилию и инициалы только первого из них и слова «и др.». Наименование места издания необходимо приводить полностью в именительном падеже, допускается сокращение названия только двух городов – Москва (М.) и Санкт-Петербург (СПб.).

Сведения о статье из периодического издания должны включать: фамилию и инициалы автора, заглавие статьи, наименование издания (журнала), наименование серии, год выпуска, том, номер издания (журнала), страницы, на которых помещена статья.

Сведения о стандарте должны включать: обозначение и наименование стандарта.

*Примеры:*

#### ***Книги одного, двух, трех авторов***

1. Коренман, И. М. Фотометрический анализ: Методы определения органических соединений [Текст] / И. М. Коренман. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1975. – 359 с.



2. Энтелис, С. Г. Кинетика реакций в жидкой фазе: Количеств, учет влияния среды [Текст] / С. Г. Энтелис, Р. П. Тигер. – М.: Химия, 1973. – 416 с.

3. Фиалков, Н. Я. Физическая химия неводных растворов [Текст] / Н. Я. Фиалков, А. Н. Житомирский, Ю. Н. Тарасенко. – Л.: Химия. Ленингр. отделение, 1973. – 376 с.

4. Flanaut, J. Les elements des terres rares [Текст] / J. Flanaut. – Paris: Masson, 1969. – 165 p.

#### ***Книги четырех и более авторов, а также сборники статей***

5. Комплексные соединения в аналитической химии: Теория и практика применения [Текст] / Ф. Умланд, А. Янсен, Д. Тириг, Г. Вюнш. – М.: Мир, 1975. – 531 с.

6. Обеспечение качества результатов химического анализа [Текст] / П. Буйташ, Н. М. Кузьмин, Л. Лейстнер и др. – М.: Наука, 1993. – 165 с.

7. Аналитическая химия и экстракционные процессы: Сб. ст. [Текст] / Отв. ред. А. Т. Пилипенко, Б. И. Набиванец. – Киев: Наук, думка, 1970. – 119 с.

8. Experiments in materials science [Текст] / E.C. Subbarac, D. Chakravorty, M.F. Merriam, V. Raghavan. – New York a.c: Mc Graw-Hill, 1972. – 274 p.

#### ***Статьи из журналов и газет***

9. Чалков, Н. Я. Химико-спектральный анализ металлов высокой чистоты [Текст] / Н. Я. Чалков // Завод. лаб. – 1980. – Т. 46. – № 9. – С. 813-814.

10. Козлов, Н. С. Синтез и свойства фторосодержащих ароматических азометинов [Текст] / Н. С. Козлов, Л. Ф. Гладченко // Изв. АН БССР. Сер. хим. наук. – 1981. – № 1. – С. 86-89.

11. Марчак, Т. В. Сорбционно-фотометрическое определение микроколичеств никеля [Текст] / Т. В. Марчак, Г. Д. Брыкина, Т. А. Белявская // Журн. аналит. химии. – 1981. – Т. 36. – № 3. – С. 513-517.

12. Определение водорода в магнии, цирконии, натрии и литии на установке С2532 [Текст] / Е. Д. Маликова, В. П. Велюханов, Л. С. Махинова, Л. Л. Кунин // Журн. физ. химии. – 1980. – Т. 54. – Вып. 11. – С. 2846-2848.

13. Иванов, Н. Стальной зажим: ЕС пытается ограничить поставки металла из России [Текст] / Николай Иванов // Коммерсантъ. – 2001. – 4 дек. – С. 8.

14. Mukai, K. Determination of phosphorus in hypereutectic aluminium-silicon alloys [Текст] / К. Mukai // Talanta. – 1972. – Vol. 19. – № 4. – P. 489-495.

#### ***Статья из продолжающегося издания***

15. Живописцев, В. П. Комплексные соединения тория с диантипирилметаном [Текст] / В. П. Живописцев, Л. П. Пятосин // Учен. зап. – Пермь: изд-во Перм. ун-та, 1970. – № 207. – С. 184-191.

#### ***Статьи из неперiodических сборников***

16. Любомилова, Г. В. Определение алюминия в тантало-ниобиевых минералах [Текст] / Г. В. Любомилова, А. Д. Миллер // Новые метод. исслед. по анализу редкоземельн. минералов, руд и горн. пород. – М., 1970. – С. 90-93.

17. Маркович, Дж. Ассоциация солей длинноцепочечных третичных аминов в углеводородах [Текст] / Дж. Маркович, А. Кертес // Химия экстракции: Докл. Межд. конф., Гетеборг, Швеция, 27 авг. – 1 сент. 1971. – М., 1971. – С. 223-231.

#### ***Диссертация***

18. Ганюхина, Т. Г. Модификация свойств ПВХ в процессе синтеза: Дис. канд. хим. наук: 02.00.06 [Текст] / Т. Г. Ганюхина. – Н. Новгород, 1999. – 109 с.

#### ***Автореферат диссертации***

19. Балашова, Т. В. Синтез, строение и свойства бипиридилных комплексов редкоземельных элементов: Автореф. дис. канд. хим. наук: 02.00.08 [Текст] / Т. В. Балашова. – Н. Новгород, 2001. – 21 с.

#### ***Депонированные научные работы***

20. Крылов, А. В. Гетерофазная кристаллизация бромида серебра [Текст] / А. В. Крылов, В. В. Бабкин; Редкол. «Журн. прикладной химии». – Л., 1982. – 11 с. – Деп. в ВИНТИ 24.03.82; № 1286-82.

21. Кузнецов, Ю. С. Изменение скорости звука в холодильных расплавах [Текст] / Ю. С. Кузнецов; Моск. хим.-технол. ин-т. – М., 1982. – 10 с. – Деп. в ВИНТИ 27.05.82; № 2641.

### ***Патентные документы***

22. А. с. 1007970 СССР, МКИ4 В 03 С 7/12, А 22 С 17/04. Устройство для разделения многокомпонентного сырья [Текст] / Б. С. Бабакин, Э. И. Каухчешвили, А. И. Ангелов (СССР). – № 3599260/28-13; Заявлено 2.06.85; Оpubл. 30.10.85, Бюл. № 28. – 2 с.

23. Пат. 4194039 США, МКИЗ В 32 В 7/2, В 32 В 27/08. Multi-layer polyolefin shrink film [Текст] / W.B. Muelier; W.R. Grace & Co. – № 896963; Заявлено 17.04.78; Оpubл. 18.03.80. – 3 с.

24. Заявка 54-161681 Япония, МКИ2 В 29 D 23/18. Способ изготовления гибких трубок [Текст] / Йосиаки Инаба; К. К. Тое Касэй. – № 53-69874; Заявлено 12.06.78; Оpubл. 21.12.79. – 4 с.

### ***Стандарт***

25. ГОСТ 10749.1-80. Спирт этиловый технический. Методы анализа. – Взамен ГОСТ 10749-72; Введ. 01.01.82 до 01.01.87 [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 4 с.

26. Отчет о НИР. Проведение испытания теплотехнических свойств камеры КХС-2 – 12-ВЗ: Отчет о НИР (промежуточ.) / Всесоюз. заоч. ин-т пищ. пром-сти (ВЗИПП); Руководитель В. М. Шавра [Текст]. – ОЦО 102ТЗ; Кг ГР 80057138; Инв. № Б119699. – М., 1981. – 90 с.

### ***Электронные ресурсы***

27. Н. И. Кубракова, О. М. Васильева; под ред. Н. И. Размариловой. – Электрон. текстовые дан. (1 файл). – Томск, 2004. – Режим доступа: <http://www.lib.tru.ru/fullex/m/2004/m26.pdf>, свободный. – Загл. с экрана.

28. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс] / Центр информ. Технологий РГБ; ред. Власенко Т.В.; Web-мастер Козлова Н.В. – Электрон. Дан. – М.: Рос. гос. б-ка, 1977. – Режим доступа: <http://www.rsb.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

### ***Реферат из реферативного журнала***

29. [Реферат]// Химия: РЖ. – 1981. – № 1, вып. 19С – С. 38 (1 С138). Реф. ст.: Richardson, S. M. Simulation of injection moulding / S. M. Richardson,

H. J. Pearson, J. R. A. Pearson // Plast and Rubber: Process. – 1980. – Vol. 5, № 2. – P. 55-60.

Необходимо представлять единый список литературы к работе в целом. В этом случае каждый источник упоминается в списке один раз, вне зависимости от того, как часто на него приводится ссылка в тексте работы.

Литературные источники необходимо располагать в алфавитном порядке без разделения по видовому признаку издания (например: книги, статьи, законы, электронные издания и др.).

Произведения одного автора расставляются в списке по алфавиту заглавий или по годам публикации, в прямом хронологическом порядке (такой порядок группировки позволяет проследить за динамикой взглядов определенного автора на проблему).

Начинается список с работ ученых на русском языке, после них в соответствии с латинским алфавитом в список включаются работы на иностранных языках.

Затем все библиографические записи в списке последовательно нумеруются.

Список должен включать не менее 30 библиографических источников.

### **3.7. Рекомендации по оформлению раздела «ПРИЛОЖЕНИЯ»**

Приложения к выпускной квалификационной работе не являются обязательной частью, при необходимости раздел может включать копии экспертиз (заключений) экологических лабораторий по исследованию проб воды, грунта, живых организмов и др.; ход вспомогательных громоздких вычислений, которые нецелесообразно приводить в результатах исследований; копии актов о проведении экологических исследований, технические схемы выполнения работ и т. п. Кроме того, в приложении можно размещать фотографии, результаты экологического картографирования, схемы проведения экологических наблюдений или природоохранных мероприятий.

Приложения обозначаются строчными буквами русского алфавита, например: ПРИЛОЖЕНИЕ А. Название приложения выравнивается по центру. В содержании к работе приводятся приложения в алфавитном порядке с названиями.

#### **4. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ТЕКСТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ И СРОКАМ ЕЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ К ЗАЩИТЕ**

При выполнении выпускной квалификационной работы с использованием компьютера следует придерживаться следующих правил: левое поле – 20 мм, правое – 10 мм, верхнее и нижнее – по 20 мм; шрифт – 14 пт (в таблицах используется 12пт), Times New Roman; межстрочный интервал в тексте – 1,5, в заголовках и графах таблиц – 1; интервал между заголовками разделов, подразделов и текстом – 2 и дополнительно 6 пт после абзаца. Абзацный отступ – 1,25. Переносы выставляются автоматически.

*Требования к изложению текста.* Изложение содержания пояснительной записки должно быть кратким и четким. В тексте должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами или общепринятые в научно-технической литературе.

Условные буквенные обозначения величин, а также условные графические обозначения должны соответствовать требованиям государственных стандартов (это относится и к единицам измерения). Условные буквенные обозначения должны быть тождественными во всех разделах записки.

В тексте, за исключением формул, таблиц и рисунков, не допускается:

– применять математический знак минус (-) перед отрицательными значениям величин (следует писать слово «минус»);

– применять знак «Ø» для обозначения диаметра (следует писать слово «диаметр»). При указании размера или предельных отклонений диаметра на чертежах, помещенных в тексте документа, перед размерным числом следует писать знак «Ø»;

– применять без числовых значений математические знаки, например: (больше), < (меньше), =(равно), > (больше или равно), < (меньше или равно), ≠ (не равно), а также № (номер), % (процент);

– применять индексы стандартов, технических условий без регистрационного номера.

*Правила печатания знаков.* Знаки препинания (точка, запятая, двоеточие, точка с запятой, многоточие, восклицательный и вопросительный знаки) от предшествующих слов пробелом не отделяют, а от последующих отделяют одним пробелом.

Дефис от предшествующих и последующих элементов не отделяют.

Тире от предшествующих и последующих элементов отделяют обязательно.

Кавычки и скобки не отбивают от заключенных в них элементов. Знаки препинания от кавычек и скобок не отбивают.

Знак № применяют только с относящимися к нему числами, между ними ставят пробел.

Знаки процента от чисел отбивают пробелом.

Знак градуса температуры отделяется от числа, если за ним следует сокращенное обозначение шкалы (например, 15 °С, но 15° Цельсия).

*Числа и даты.* Многозначные числа пишут арабскими цифрами и разбивают на классы (например: 13 692). Не разбивают четырехзначные числа и числа, обозначающие номера.

Числа должны быть отделены пробелом от относящихся к ним наименований: например, «25 м». Числа с буквами в обозначениях не разбиваются: например, «в пункте 2а». Числа и буквы, разделенные точкой, не имеют отбивки: например, «2.13.6».

Основные математические знаки перед числами в значении положительной или отрицательной величины, степени увеличения от чисел не отделяют: например, «-15», «увеличение микроскопа ×20».

Для обозначения диапазона значений употребляют один из способов: многоточие (15...20 см), дефис (15-20 см), либо предлоги (от 15 до 20 см). По всему тексту следует придерживаться принципа единообразия.

Сложные существительные и прилагательные с числами в их составе рекомендуется писать в буквенно-цифровой форме (например: 150-летие, 30-градусный, 25-процентный).

Стандартной формой написания дат является следующая: 20.03.93 г. Возможны и другие как цифровые, так и словесно-цифровые формы: 20.03.1993 г., 22 марта 1993 г.

Все виды некалендарных лет (бюджетный, отчетный, учебный), т. е. начинающихся в одном году, а заканчивающихся в другом, пишут через косую черту: *В 1993/94 учебном году. Отчетный 1993/1994 год.*

*Сокращения.* Используемые сокращения должны соответствовать правилам грамматики, а также требованиям государственных стандартов.

Однотипные слова и словосочетания везде должны либо сокращаться, либо нет (*в 1919 году и XX веке* или *в 1919 г. и XX в.; и другие, то есть* или *и др., т. е.*).

Сокращения, употребляемые самостоятельно: *и др., и пр., и т. д., и т. п.*

Употребляемые только при именах и фамилиях: *г-н, т., им., акад., д-р., доц., канд. физ.-мат.наук, ген., чл.-кор.* Напр.: *доц. Иванов И. И.*

Слова, сокращаемые только при географических названиях: *г., с., пос., обл., ул., просп.* Например: *в с. Н. Павловка, но: в нашем селе.*

Употребляемые только при цифрах: *в., в. в., г., г. г., до н. э., г. н. э., тыс., млн., млрд., экз., к., р.* Например: *20 млн. р., 5 р. 20 к.*

Используемые в тексте сокращения поясняют в скобках после первого употребления сокращаемого понятия. Например: *... заканчивается этапом составления технического задания (ТЗ).*

В пояснительной записке следует применять стандартизованные единицы физических величин, их наименования и обозначения. В качестве обозначений предусмотрены буквенные обозначения и специальные знаки, например: 20,5 кг, 438 Дж/(кг/К), 36 °С. При написании сложных единиц комбинировать буквенные обозначения и наименования не допускается. Наряду с единицами СИ, при необходимости, в скобках указывают единицы ранее применявшихся систем, разрешенных к применению.

**Требования к оформлению формул.** Формулы должны быть оформлены в редакторе формул *Equation Editor* и вставлены в документ как объект.

Размеры шрифта для формул:

- обычный – 14 пт;
- крупный индекс – 10 пт;
- мелкий индекс – 8 пт;
- крупный символ – 20 пт;
- мелкий символ – 14 пт.

Значения указанных символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должны быть приведены непосредственно под формулой, причем каждый символ и его размерность пишутся с новой строки и в той последовательности, в которой они приведены в формуле. Первая строка расшифровки должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него.

*Пример:*

Урожай соломы при 19 % влажности определяется по формуле:

$$Y = \frac{X(100 - B)}{81}, \quad (1)$$

где  $X$  – урожай соломы в поле, ц/га;

$B$  – фактическая влажность соломы, %.

Все формулы нумеруются арабскими цифрами, номер ставят с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках. Нумерация формул в пределах пояснительной записки сквозная. При переносе формулы номер ста-



вят напротив последней строки в край текста. Если формула помещена в рамку, номер помещают вне рамки против основной строки формулы.

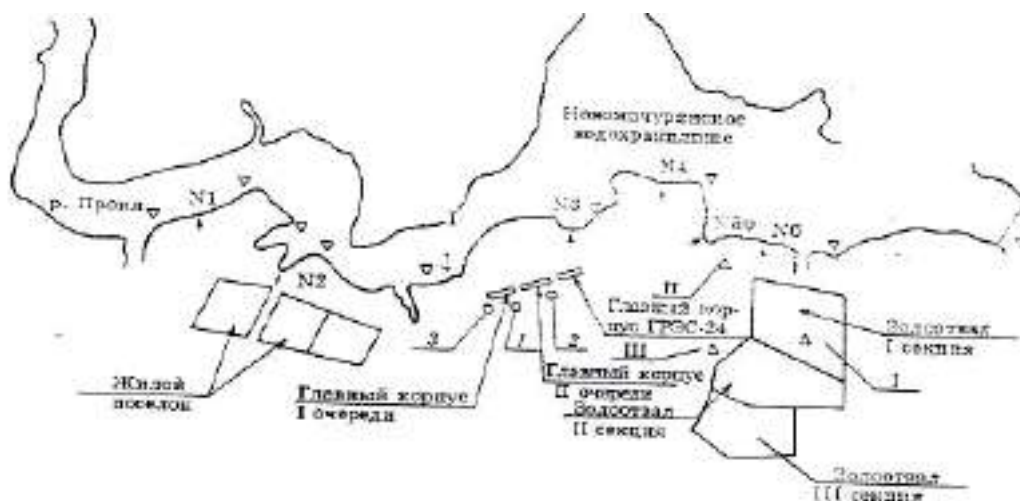
Группа формул, объединенных фигурной скобкой, имеет один номер, помещаемый точно напротив острия скобки.

При ссылке на формулу в тексте номер ставят в круглых скобках. Например: *...из формулы (1) следует....*

В конце формулы и в тексте перед ней знаки препинания ставят в соответствии с правилами пунктуации. Формулы, следующие одна за другой, отделяют запятой или точкой с запятой, которые ставят за формулами до их номера. Переносы формул со строки на строку осуществляются в первую очередь на знаках отношения ( $=$ ;  $\neq$ ;  $\geq$ ,  $\leq$  и т. п.), во вторую – на знаках сложения и вычитания, в третью – на знаке умножения в виде косоугольного креста. Знак следует повторить в начале второй строки. Все расчеты представляются в системе СИ.

***Требования к оформлению иллюстраций.*** Иллюстрации, сопровождающие работу, могут быть выполнены в виде диаграмм, графиков, чертежей, карт, фотоснимков и др. Указанный материал выполняется на формате А4, т. е. размеры иллюстраций не должны превышать формата страницы с учетом полей. Если ширина рисунка больше 8 см, то его располагают симметрично посередине. Если его ширина менее 8 см, то рисунок, как правило, располагают с краю, в обрамлении текста. Допускается размещение нескольких иллюстраций на одном листе. Иллюстрации могут быть расположены по тексту выпускной квалификационной работы или в приложении. Сложные иллюстрации могут выполняться на листах формата А3 и больше со сгибом для размещения в приложении.

Все иллюстрации нумеруются в пределах текста арабскими буквами (если их более одной), например: рисунок 10. Нумерация рисунков должна быть сквозной. Иллюстрации должны иметь наименование и экспликацию (поясняющий текст или данные). Наименование помещают под иллюстрацией, а экспликацию – над наименованием. В тексте необходимо проанализировать результаты, отображенные на рисунке, и сделать в скобках ссылку (рисунок 1).



↑ – места выпуска сточных и сбросных вод (№ 1-6, № 1 – от очистных сооружений); ↓ – глубинный водозабор; о – источники выброса в атмосферу (1 – дымовая труба первой очереди; 2 – дымовая труба второй очереди; 3 – дымовая труба пиковой котельной); △ – места размещения и захоронения отходов (I – накопитель золошлаковых отходов; II – накопитель ванадийсодержащих шламов; III – Полигон ТБО); ▽ – контрольные створы

Рисунок 1 – Карта-схема Рязанской ГРЭС.

Подписи к рисункам выполняют шрифтом 14 пт, интервал – 1. Рисунки и подписи к ним отделяются от текста пустыми строками.

При оформлении графиков оси абсцисс и ординат отображаются сплошными линиями. На концах координатных осей стрелки не ставят.

Числовые значения масштаба шкал осей координат пишут за пределами графика (левее оси ординат и ниже оси абсцисс). По осям координат должны быть указаны условные обозначения и размерности отложенных величин в принятых сокращениях. На графике следует писать только принятые в тексте условные буквенные обозначения. Надписи, относящиеся к кривым и точкам, оставляют только в тех случаях, когда их немного, и они являются краткими. Многословные надписи заменяют цифрами, а расшифровку приводят в подрисуночной подписи.

Схемы выполняют без соблюдения масштаба и пространственного расположения.

Иллюстрации должны быть вставлены в текст одним из следующих способов:

– либо командами ВСТАВКА → РИСУНОК (используемые для вставки рисунков из коллекции, из других программ и файлов, со сканера, созданные кнопками на панели рисования, автофигуры, объекты *Word Art*, а также диаграммы). При этом все иллюстрации, вставляемые как рисунок, должны быть преобразованы в формат графических файлов, поддерживаемых *Word*;

– либо командами ВСТАВКА → ОБЪЕКТ. При этом необходимо, чтобы объект, в котором создана вставляемая иллюстрация, поддерживался редактором *Word* стандартной конфигурации.

Весь иллюстративный материал называется рисунками. Нумерация рисунков сквозная, через весь текст работы. Выравнивание рисунков и подписей под ними выполняется по центру.

**Требования к оформлению таблиц.** Цифровой материал принято помещать в таблицы. Таблицы помещают непосредственно после абзацев, содержащих ссылку на них, а если места недостаточно, то в начале следующей страницы.

Ширина таблиц должна соответствовать ширине текста. Все таблицы, приводимые на одной странице, должны иметь одинаковую ширину.

Все таблицы должны быть пронумерованы арабскими цифрами. Нумерация сквозная в пределах работы.

Если в таблице встречается повторяющийся текст, то при первом же повторении допускается писать слово «то же», а далее кавычками ( -”- ). Ставить кавычки вместо повторяющихся цифр, марок, знаков, символов не допускается. Если цифровые или текстовые данные не приводятся в какой-либо строке таблицы, то на ней ставят прочерк (–). Цифры в графах таблиц располагают так, чтобы они следовали одни под другими.

Пример оформления таблицы:

Таблица 1 – Зависимость молекулярных соотношений  $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$  в глинистой фракции от атмосферного увлажнения (по И. П. Денисову, [17])

Страна	Сумма годовых осадков, мм	$\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$ (в среднем)	Продолжительность сухого сезона, мес.
Судан	525	3,65*	11
Гана	625-1250	2,59	8
Конго	1250-2000	2,07	3
Гвинея	2000	1,55	4

Примечание: \* – в верхнем слое почвы.

Порядковые номера в таблице выравниваются по центру. Данные, приводимые во втором столбце – по левому краю, в остальных – по центру. Вертикальное выравнивание текста в строках таблицы выполняется по центру. Интервал внутри таблиц – одинарный, размер шрифта при необходимости 12 пт вместо 14 пт (используется, если таблицы очень громоздкие). Но в таком случае все таблицы в работе должны иметь шрифт 12 пт. Интервал в заголовке таблицы – 1,5.

При переносе таблицы на другой лист заголовок помещают над первой частью, над последующими пишут, используя тот же шрифт, что и в тексте работы: *Продолжение таблицы 1*; над последней – *Окончание таблицы 1*. Вторая строка таблицы с указанием порядковых номеров столбцов должна повторяться на каждой странице.

Примечания или сноски к приведенным в таблице данным печатают непосредственно под ней. Около данных ставится значок \* или арабская цифра в виде верхнего индекса (Гвинея<sup>1</sup>), в примечании дается подробное пояснение по приведенным сноскам.

На таблицу в тексте работы обязательно должны быть сделаны ссылки, после которых описываются приведенные результаты. Например: *В таблице 1 приведены сведения И. П. Денисова, [17] о зависимости молекулярных соотношений  $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$  в глинистой фракции от атмосферного увлажнения. Как показывают результаты, чем больше количество атмосферных осадков на тер-*

*ритории страны, тем меньше молекулярное соотношение оксидов кремния и алюминия.*

Выпускную квалификационную работу переплетают в твердую обложку. Научному руководителю необходимо сдать переплетенную работу и ее электронную версию.

В Государственную экзаменационную комиссию (ГЭК) выпускная квалификационная работа с отзывом научного руководителя и его заключением об оригинальности текста должна быть сдана за 7 дней до защиты.

### ***Рекомендации к подготовке доклада***

На доклад отведено 10-12 мин. Можно сделать его несколько короче. Если лимит положенного времени будет превышен, председатель имеет право прервать выступление.

Рекомендуется придерживаться следующего плана доклада:

- введение должно отражать проблему, объект исследования, актуальность работы, что известно и еще неизвестно по данному вопросу. Сформулировать цель и задачи исследования. Это сокращенный вариант соответствующего раздела работы. По времени изложение должно занимать примерно 1-1,5 минуты (около 2/3 стр. текста доклада);

- в разделе материалы и методы исследований кратко перечислить: где и когда проводилась работа, ее методы, объем выполненных исследований, полученных данных. Если методы сложны или объемны, можно представить информацию в виде схемы или таблицы. На представление раздела в докладе необходимо запланировать около 1 мин. (1/4 стр.);

- результаты исследований – эту часть доклада лучше построить как развернутое изложение каждого вывода с обоснованием его данными таблиц и рисунков, продолжительность изложения – 6 мин. (2-2,5 стр.);

- заключение – нужно показать место полученных результатов в данном научном направлении. Кратко сравнить свои материалы с данными других специалистов, подтвердить их или выразить несогласие, выдвинуть гипотезы и предположения, объясняющие результаты – 1-1,5 мин. (0,5 стр.);

- выводы можно зачитать, но лучше подвести итог работе в нескольких фразах, показать новизну полученных результатов и возможность практического применения (0,5 мин.).

Заключительная фраза доклада: «Благодарю за внимание».

***Рекомендации по подготовке доклада:***

Прорепетировать доклад вслух несколько раз, засекая при этом время.

Точно уложиться в отведенное время – 10-12 минут.

Выработать спокойную, но выразительную (с акцентами на важных местах) манеру речи.

Иметь соответствующий внешний вид (входит в оценку вашей квалификации).

Иметь на защите при себе полный текст доклада на 3-4 страницах, чтобы всегда иметь возможность его прочесть в случае замешательства.

Продумать ответы на возможные вопросы на защите. Ответы должны быть краткими, но ясными и конкретными. Если Вы не изучали данный вопрос, можно ответить: «Это интересный аспект проблемы, но он не входил в задачи нашего исследования. Однако из литературы известно, что ... (1-2 фразы)» или «Собственных данных у нас по этому вопросу нет, но анализ литературы показывает, что...».

***Подготовка иллюстраций для доклада***

Иллюстрации для защиты должны быть представлены в виде презентации в программе Power Point (число слайдов не должно быть более 20):

- к введению – если объект не всем известен, полезно показать его рисунок или фотографию;

- к материалам и методам – можно показать карту с обозначением района исследования, фотографии исследуемых участков, рисунки или фотографии приборов, схему опыта и т.д.;

- к результатам – таблицы и рисунки, отражающие основные результаты работы;

- слайд с выводами и практическими предложениями необходимо включить в презентацию.

Время демонстрации рисунка или таблицы: 5-12 сек.

Тексты выпускных квалификационных работ размещаются в электронно-библиотечной системе РГАТУ и проверяются на объём заимствования. Количество оригинальных блоков в ВКР должно быть не менее 65 %.

Программа размещения, хранения текстов выпускных квалификационных работ (других работ Заказчика) и проверки на заимствования в ЭБС ВУЗА (<http://www.vkr-vuz.ru>). Лицензионный договор № 2763/17 от «24» марта 2017 г.

Законченная ВКР после проверки на оригинальность передается студентом своему руководителю не позднее, чем за 10 дней до установленного срока защиты для подготовки отзыва.

Руководитель готовит отзыв на ВКР по следующим разделам:

- актуальность темы и значимость работы;
- степень соответствия работы заданию;
- оценка теоретического и практического содержания работы;
- качество оформления работы;
- характеристика студента в ходе выполнения работы;
- достоинства и недостатки работы;
- соответствие ВКР предъявляемым требованиям к данному виду работы, возможности присвоения квалификации и надписи на титульном листе работы «к защите» или «на доработку».

При необходимости выпускающая кафедра организует и проводит предварительную защиту ВКР в сроки, установленные графиком учебного процесса.

Допуск к защите ВКР осуществляет заведующий выпускающей кафедрой. Если заведующий кафедрой, исходя из содержания отзыва руководителя, не считает возможным допустить студента к защите ВКР, вопрос об этом должен рассматриваться на заседании учебно-методической комиссии факультета с

участием руководителя и автора работы. Решение учебно-методической комиссии доводится до сведения деканата.

В ГЭК по защите выпускных квалификационных работ за 2 дня до защиты представляются следующие документы:

- ВКР в одном экземпляре;
- результаты проверки на оригинальность;
- отзыв руководителя.

#### **4. Порядок защиты ВКР**

Порядок проведения государственных аттестационных испытаний определяется «Положением о порядке проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» от 31 августа 2017 года (рассмотрено и утверждено решением Ученого совета университета 31 августа 2017 года, протокол № 1), которое доводится до сведения студентов всех форм получения образования не позднее, чем за полгода до начала государственной итоговой аттестации.

Защита выпускной квалификационной работы является завершающим этапом государственной итоговой аттестации выпускника.

Работа государственной аттестационной комиссии проводится в сроки, предусмотренные учебным планом и графиком учебного процесса. График работы ГЭК согласовывается председателем ГЭК не позднее, чем за месяц до начала работы.

Процедура защиты ВКР включает в себя:

- открытие заседания ГЭК (председатель, заместитель председателя излагает порядок защиты, принятия решения, оглашения результатов ГЭК);
- представление председателем (секретарем) ГЭК выпускника (фамилия, имя, отчество), темы, руководителя;



- доклад выпускника;
- вопросы членов ГЭК (записываются в протокол);
- заслушивание отзыв руководителя;
- заключительное слово выпускника (ответы на высказанные замечания, благодарности).

## **5. Этапы формирования компетенций в ВКР**

Задание на ВКР выдается по выбранному виду профессиональной деятельности, дополнительно – индивидуальное задание с учетом научного исследования и т.д.

Структура ВКР охватывает все проверяемые компетенции ГИА.

Пояснительная записка – описание теоретической и практической реализации компетенций ОК, ОПК, ПК в соответствии с заданием.

Выводы – результаты освоения компетенций, выраженные в практических рекомендациях, анализах, расчетах, докладах и научных статьях и т.д.

Обзор и список литературы – анализ источников литературы (правовые акты, экономические и профессиональные методики, научные статьи, доклады и иные источники), показывают охват сформированности представленных в ООП компетенций.

Приложения отражают результаты освоения компетенций (завершенные результаты исследования, практические рекомендации, проектные расчеты, научные статьи, доклады, сертификаты и т.д.)

В отзыве руководителя указывается в целом сформированность компетенций по их видам: ОК, ОПК, ПК.

Презентация доклада ВКР является подтверждением освоения части компетенций (ОК, ОПК, ПК).

В ходе защиты ВКР члены комиссии задают выпускнику вопросы по всем изучаемым компетенциям, включенным в ООП.

Критерии оценки реализуемых компетенций в ВКР отображаются в оценочном листе, характеризующем полноту освоения компетенций в представленных в ВКР результатах, отражение и связь теории и практических результатов.

Каждым членом ГЭК на заседании оценивается результат защиты ВКР по принятой четырех балльной системе по показателям, представленным в оценочном листе и в критериях качества защиты.

### Оценочный лист

№ показателя	Критерии оценки	Балл (от 2 до 5)
1	Актуальность тематики и ее значимость	
2	Оценка методики исследований (традиционная апробированная, традиционная с оригинальными элементами, принципиально новая)	
3	Оценка теоретического содержания работы (использованы известные решения, новые теоретические модели и решения)	
4	Использование ПК (стандартные программы, самостоятельно разработанные программы)	
5	Разработка мероприятий по реализации работы (набор стандартных мероприятий, углубленная проработка отдельных мероприятий, комплексная система мероприятий)	
6	Апробация и публикация результатов работы (доклад на конференции: внутривузовской, региональной, всероссийской, международной; публикация: во внутривузовском, региональном, общероссийском журнале, патент на изобретение и полезную модель)	
7	Внедрение (рекомендовано ГЭК к внедрению, принято к внедрению, внедрено)	
8	Качество оформления ВКР (пояснительной записки: структура, логичность, ясность и стиль изложения материала, оформление списка литературы, наличие стилистических, грамматических и орфографических ошибок и т. д.; иллюстративных материалов и чертежей (ручная графика, компьютерная графика, цветная графика и т.д.)	
	<i>Интегральный балл оценки ВКР (среднее арифметическое значение)</i>	

## Качество защиты ВКР

№ показателя	Критерии оценки	Балл (от 2 до 5)
1	Качество доклада на заседании ГЭК (логичность, последовательность, убедительность, обоснованность и др.)	
2	Правильность и аргументированность ответов на вопросы	
3	Эрудиция и знания в области профессиональной деятельности	
4	Свобода владения материалом ВКР	
	<i>Интегральный балл оценки защиты ВКР (среднее арифметическое значение)</i>	

Суммарный балл оценки члена ГЭК определяется как среднее арифметическое из двух интегральных баллов оценки ВКР и ее защиты.

Суммарный балл оценки ГЭК определяется как среднее арифметическое из баллов оценки членов ГЭК и руководителя ВКР. Указанный балл округляется до ближайшего целого значения. При значительных расхождениях в баллах между членами ГЭК оценка ВКР и ее защиты определяется в результате закрытого обсуждения на заседании ГЭК.

- При балле 2 – «неудовлетворительно» – требуется переработка ВКР и повторная защита.
- При балле 3 – «удовлетворительно».
- При балле 4 – «хорошо».
- При балле 5 – «отлично».

## ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ

1. Оценка степени загрязнения окружающей среды с помощью метода биотестирования по проросткам кресс-салата.
2. Фенотипическая индикация ценопопуляций травянистых растений семейства сложноцветные в условиях техногенного загрязнения.
3. Анализ динамики качества воды в р. Оке.
4. Оценка загрязненности атмосферного воздуха пылью в городе Рязани.
5. Популяционно-биоценотическая структура паразитофауны рыб Окского биосферного заповедника.
6. Экологическая оценка состояния речных экосистем Рязанской области.
7. Физико-химический и биоиндикационный анализ состояния водных экосистем Рязанской области.
8. Анализ содержания нитратов в продукции растительного происхождения торгово-розничной сети г. Рязани.
9. Химический и радиологический контроль качества пищевых продуктов.
10. Оценка негативного влияния автотранспорта и АЗС на окружающую среду методами биоиндикации.
11. Контроль качества питьевой воды в Рязанской области.
12. Результаты изучения состояния атмосферного воздуха по комплексу признаков у ели.
13. Изучение токсичности воды из рек Вожа и Ока по изменению физиологических показателей цериодафний (*Ceriodaphnia reticulata*).
14. Изучение динамики смертности населения в Рязанской области при усилении антропогенного воздействия.
15. Определение уровня паразитарного загрязнения территории города Рязани.
16. Эколого-биологический контроль очистки сточных вод.

17. Оценка фитотоксичности почв вдоль автотрасс города Рязани.
18. Популяционно-видовая характеристика ихтиофауны на территории Окского государственного природного биосферного заповедника.
19. Основные загрязнители атмосферного воздуха на территории Касимовского УПХГ и их влияние на биологические системы.
20. Видовой состав и биотопическое распределение дождевых червей (*Lumbricidae*) в Рязанской области в зависимости от экологических условий.
21. Анализ использования индикаторных признаков ценопопуляций растений рода клевер для оценки состояния экосистем города Рязани.
22. Экологические аспекты загрязнения воздуха внутри автомобилей различных марок на автодорогах города Рязани.
23. Популяционные характеристики рыжей полёвки (*Myodes glareolus*), желтогорлой мыши (*Apodemus flavicollis*) и обыкновенной бурозубки (*Sorex araneus*) на территории Окского государственного природного биосферного заповедника.
24. Анализ эффективности работы сооружений водоочистки «МУП Водоканал» г. Подольска Московской области.
25. Комплексная экологическая оценка состояния рекреационных зон города Рязани.
26. Сравнительная оценка шумового загрязнения городской среды, жилых и офисных зданий города Рязани.
27. Оценка состояния ценопопуляций подорожника большого из биотопов города Рязани с разной техногенной нагрузкой.
28. Эколого-биологические особенности популяции зубров в Окском государственном природном биосферном заповеднике.
29. Определение состояния окружающей среды по комплексу индикаторных признаков хвойных растений города Рязани и Рязанской области.
30. Фауна водных моллюсков на особо охраняемых природных территориях Рязанской области.

31. Экологические особенности гельминтофауны микромаммалий Окского государственного природного биосферного заповедника.
32. Экологические аспекты фиторемедиации на загрязненных промышленными токсикантами почвах города Рязани.
33. Малакофауна наземных биотопов Рязанской области.
34. Популяционно-видовые особенности фауны дождевых червей в Рязанской области.
35. Биоценоз активного ила аэротенков как биоиндикатор качества очистки сточных вод на ЗАО «РНПК».
36. Комплексная оценка состояния экосистем реки Прони в районе водоема-охладителя Филиал ПАО «ОГК-2» – Рязанская ГРЭС.
37. Паразитоценозы рыб в озерах на территории Окского государственного природного биосферного заповедника.
38. Эколого-биологические особенности фауны пауков на территории ОГПБЗ.
39. Эколого-биологические особенности журавлей на территории ОГПБЗ.
40. Анализ редких и исчезающих видов растений на территории Рязанской области и ОГПБЗ.

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ**  
**УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»**  
**(ФГБОУ ВО РГАТУ)**

**ФАКУЛЬТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОТЕХНОЛОГИИ**  
**КАФЕДРА ЗООТЕХНИИ И БИОЛОГИИ**

**Методические указания**  
**по учебной практике**  
**(практике по получению первичных**  
**профессиональных умений и навыков)**  
**для студентов направления подготовки**  
**06.03.01 Биология, профиль «Биоэкология»**

**Рязань**

**2019**

Методические указания разработаны с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология, утвержденного Министерством образования и науки Российской Федерации 07 августа 2014 года, приказ № 944.

Методические указания подготовлены преподавателями кафедры зоотехнии и биологии: доцентом, кандидатом биологических наук Г. В. Уливановой, доцентом, кандидатом биологических наук О. А. Федосовой.

В методических указаниях изложена информация по основным разделам учебной практики (практике по получению первичных профессиональных умений и навыков): структура и содержание, общие указания по подготовке и выполнению учебно-исследовательской работы, методы исследований, темы индивидуальных учебно-исследовательских работ, учебно-методическое и информационное обеспечение учебной практики.

Рецензенты:

доктор биологических наук, профессор кафедры ТПППЖ  
ФГБОУ ВО РГАТУ, А. С. Емельянова.

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры зоотехнии и биологии 30 августа 2019 года, протокол № 1.

Заведующий кафедрой зоотехнии и биологии

И. Ю. Быстрова

Методические указания одобрены учебно-методической комиссией по направлению подготовки 06.03.01 Биология, протокол № 1 от «30» августа 2019 г.

Председатель учебно-методической комиссии

О. А. Федосова



## СОДЕРЖАНИЕ

	с.
ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ	8
1.1. Структура практики по ботанике и зоологии беспозвоночных (2 семестр).....	9
1.2. Структура практики по общей экологии (4 семестр).....	10
2. Указания по выполнению и оформлению исследовательской работы в период учебной полевой практики.....	11
2.1. Общая часть.....	11
2.2. Структура отчета по учебно-исследовательской работе .....	11
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАЗДЕЛА «СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ».....	14
3.1. Комплексные геоботанические исследования фитоценозов.....	15
3.2. Методы фаунистических наблюдений.....	24
3.3. Методы биологического мониторинга.....	29
3.3.1 Биоиндикация загрязнения атмосферы.....	29
3.3.2 Биоиндикация загрязнения почвы.....	32
3.4. Оформление протокола опытов (наблюдений).....	34
3.5. Приемы математической обработки результатов.....	35
3.6. Некоторые экологические показатели и их вычисление.....	36
3.9. Общие требования к оформлению текста отчета.....	37
4. ТЕМЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ.....	42
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ.....	43
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	45

## ВВЕДЕНИЕ

### Цели и задачи учебной практики

Целями учебной практики являются повышение уровня теоретических знаний и закрепление практических навыков полевых и лабораторных исследований в области общей биологии, зоологии, ботаники, геологии, экологии и охраны природы.

### Задачи учебной практики

- получение навыков работы сбора зоологического и ботанического материала, работы с определителями, анализа и систематизации полученных результатов;
- изучение биоразнообразия местной флоры и фауны;
- изучение геоморфологических особенностей различных территорий;
- изучение особенностей жизнедеятельности растений;
- формирование основ экологического мышления и рационального природопользования;
- апробировать основные методы экологических исследований;
- научиться оценивать основные количественные показатели популяций и биоценозов;
- научиться составлять описания экосистем и отчитываться по результатам выполненных исследований.

### Профессиональные задачи:

#### научно-исследовательская деятельность:

- научно-исследовательская деятельность в составе группы;
- подготовка объектов и освоение методов исследования;
- участие в проведении лабораторных и полевых биологических исследований по заданной методике;
- выбор технических средств и методов работы, работа на экспериментальных установках, подготовка оборудования;
- анализ получаемой полевой и лабораторной биологической информации с использованием современной вычислительной техники;
- составление научных докладов и библиографических списков по заданной теме; участие в разработке новых методических подходов;
- участие в подготовке научных отчетов, обзоров, публикаций, патентов, организации конференций.

#### организационная и управленческая деятельность:

- участие в планировании и проведении мероприятий по охране природы, оценке и восстановлению биоресурсов, управлении природопользованием и его оптимизации;
- участие в организации полевых и лабораторных работ, семинаров, конференций;
- участие в составлении сметной и отчетной документации;
- обеспечение техники безопасности;

#### информационно-биологическая деятельность:

- работа со справочными системами, поиск и обработка научно-биологической информации, участие в подготовке и оформлении отчетов и патентов.

### Место учебной практики в структуре ООП

Б2.В.01(У) Учебная практика относится к блоку 2 «Практики».

На учебной практике используются знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин «Общая биология», «Науки о Земле», «Ботаника», «Зоология», «Общая экология», «Физиология растений».

Знания, умения и навыки, полученные во время прохождения учебной практики, необходимы для изучения дисциплин «Моделирование природных процессов».

**Объектами профессиональной деятельности** выпускников, освоивших программу бакалавриата, являются:

- биологические системы различных уровней организации; процессы их жизнедеятельности и эволюции;

– биологические, биоинженерные, биомедицинские, природоохранные технологии, биологическая экспертиза и мониторинг, оценка и восстановление территориальных биоресурсов и природной среды.

#### **Формы проведения учебной практики**

Вид практики: учебная.

Тип практики: практика по получению первичных профессиональных умений и навыков.

Способы проведения учебной практики: стационарная.

Формы проведения учебной практики: полевая, лабораторная и дистанционная.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья имеется возможность выбора мест прохождения практики с учетом состояния здоровья, требований по доступности и рекомендации медико-социальной экспертизы, а также индивидуальной программы реабилитации инвалида относительно рекомендованных условий и видов труда.

При направлении инвалида и обучающегося с ограниченными возможностями здоровья в организацию или предприятие для прохождения предусмотренной учебным планом практики Университет согласовывает с организацией (предприятием) условия и виды труда с учетом рекомендаций медико-социальной экспертизы и индивидуальной программы реабилитации инвалида. При необходимости для прохождения практик могут создаваться специальные рабочие места в соответствии с характером нарушений, а также с учетом профессионального вида деятельности и характера труда, выполняемых студентом-инвалидом трудовых функций.

Студенту с ограниченными возможностями здоровья необходимо написать заявление с приложением всех подтверждающих документов о необходимости подбора места практики с учетом его индивидуальных особенностей.

Кафедра и/или факультет должны своевременно информировать заведующего практикой (минимум за 3 месяца до начала практики) о необходимости подбора места практики студенту с ограниченными возможностями здоровья в соответствии с его программой подготовки (специальностью) и индивидуальными особенностями.

#### **Место и время проведения учебной практики**

Обучающиеся проходят учебную практику в Окском биосферном заповеднике, природных биотопах Рязанской области, лабораториях ФГБОУ ВО РГАТУ.

Время проведения – 2 и 4 семестры, июнь, июль, 8 недель.

#### **Перечень планируемых результатов обучения при прохождении производственной практики, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате прохождения учебной практики обучающийся должен приобрести следующие практические навыки, умения, знания для формирования компетенций:

Код	Формулировка компетенции	Планируемые результаты
ОК-6	способностью работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	Знать совокупность этических принципов и норм, которыми необходимо руководствоваться в профессиональной деятельности
		Уметь проектировать, организовывать и анализировать свою деятельность
		Иметь навыки (владеть) поведения в коллективе и общения с людьми в соответствии с принципами профессиональной этики, нормами этикета

ОПК-2	способностью использовать экологическую грамотность и базовые знания в области физики, химии, наук о Земле и биологии в жизненных ситуациях; прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности, нести ответственность за свои решения	Знать особенности строения и состава Земли и земной коры; экзогенные и эндогенные геологические процессы; морфогенетические характеристики рельефа, литогенетические типы четвертичных отложений, принципы составления и анализа геологической и геоморфологической карт
		Уметь проводить элементарный геологический и геоморфологический анализ территории – давать характеристику литогенной основы ландшафтов (рельефа, почвообразующих отложений, агроруд, подземных вод, процессов, действующих в ландшафте и др.)
		Иметь навыки (владеть) владения на практике знаниями по диагностике минералов и горных пород, способами прогноза активизации деструктивных и аккумулятивных геологических процессов в ландшафтах.
ПК-1	способностью эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ	Знать оборудование, необходимое для оценки состояния окружающей среды
		Уметь интерпретировать полученную информацию о состоянии экосистем
		Иметь навыки (владеть) решения прикладных задач экологии, экологического моделирования и прогнозирования, оценки состояния среды и биоресурсов
ПК-2	способностью применять на практике приемы составления научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт и пояснительных записок, излагать и критически анализировать получаемую информацию и представлять результаты полевых и лабораторных биологических исследований	Знать основные способы математической обработки экологической информации, подготовки ее к анализу и способы оформления научной экологической информации
		Уметь использовать надлежащим образом методики экологических исследований и организации природоохранных мероприятий
		Иметь навыки (владеть) демонстрации экологических знаний и умений, владения приемами работы с информационными технологиями с целью решения научных экологических задач
ПК-6	способностью применять на практике методы управления в сфере биологических и биомедицинских производств, мониторинга и охраны природной среды, природопользования, вос-	Знать правовые основы исследовательских работ и законодательства РФ в области охраны природы и природопользования, нормы в сфере взаимоотношений «человек – общество – природа»
		Уметь применять полученные знания в учебной и профессиональной деятельности; использовать их в планировании и реализации природоохранных мероприятий

	становления и охраны биоресурсов	Иметь навыки (владеть) решения правовых экологических задач, применения результатов оценки состояния экосистем для планирования мероприятий по восстановлению их потенциала
ПК-8	способностью использовать основные технические средства поиска научно-биологической информации, универсальные пакеты прикладных компьютерных программ, создавать базы экспериментальных биологических данных, работать с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях	Знать универсальные пакеты прикладных компьютерных программ
		Уметь работать с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях и создавать базы экспериментальных биологических данных
		Иметь навыки (владеть) использования основных технических средств поиска научно-биологической информации

# 1 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ

Учебная практика включает в себя следующие части:

2 семестр – практика по ботанике (таблица 1), зоологии беспозвоночных и позвоночных животных (таблица 2),

4 семестр – практика по общей экологии (таблица 3).

На каждом курсе учебная практика проводится в течение 4 недель.

Учитывая, что наибольшее видовое разнообразие приходится на флору и, особенно на фауну беспозвоночных животных, руководитель практики может увеличить время практик по ботанике и/или зоологии беспозвоночных. При этом также учитываются погодные условия. В этом случае продолжительность практики по зоологии позвоночных животных и экологии составит меньший срок. Для оформления презентации, подготовки к зачёту предоставляется два дня.

В первый день практики проводится инструктивное собрание студентов. Руководитель практики рассказывает о целях и задачах практики и порядке её проведения. Обязательно проводится инструктаж по технике безопасности работ в лабораториях и в полевых условиях, а также при передвижении к местам экскурсий (приложение 1). После чего студенты должны расписаться в соответствующем журнале.

Затем студенты знакомятся с орудиями сбора материалов и методами сбора, этикетирования и фиксации различных организмов. Для ускорения процесса в первый день практики преподаватель не ограничивается только рекомендацией соответствующих методических пособий, а лично знакомит студентов с методиками сбора и сохранения материалов и их особенностями.

Преподаватель обращает внимание студентов на виды, требующие меры охраны на территории области.

После этого студенты разбиваются на бригады по 4-6 человек, и в каждой назначается бригадир. Бригадир получает у лаборантов комплект оборудования и распределяет его среди членов бригады. В зависимости от особенностей проведения практики в текущем году каждая бригада получает индивидуальное задание, или же все группы работают по единому заданию, готовя каждая свой отчёт по практике.

Исходя из условий проведения практики (погода и др.) преподаватель устанавливает студентам нормы по количеству видов организмов, которые должен собрать и определить студент за время практики.

В первый день практики совершается короткая экскурсия на ближайшее место сбора материалов. В качестве такового подбираются парки и районы города Рязани, в которых есть водоёмы. Весь собранный материал доставляется в лабораторию, где он должен быть рассортирован. Фиксация материала проводится на месте сбора либо в лаборатории. Часть организмов рекомендуется доставлять в лабораторию в живом виде для последующих наблюдений (в аквариумах, садках и т.п.).

На второй день практики студенты работают в лаборатории. Обработка

материалов включает определение организмов, желательно до вида.

В дальнейшем экскурсии на природу чередуются с обработкой материалов в лаборатории. Экскурсии проводятся по разным маршрутам, что снижает нагрузку на изучаемые биотопы, и позволяет полнее изучить флору и фауну области.

Для подготовки к зачёту, составления отчёта по теме исследования и консультаций с преподавателем отводится один день. Зачёт проводится в последний день практики.

В ходе практики выделяют три основных вида деятельности студентов: экскурсии, обработка материалов в лаборатории, проведение исследовательских работ (бригадой студентов или индивидуальных) с подготовкой отчёта. Конкретное распределение времени на эти работы зависит от множества переменных факторов (погодные условия, обилие тех или иных групп организмов, сложность их определения, объём знаний студента и т.д.), поэтому заранее не нормируется, а определяется преподавателем.

### 1.1. Структура практики по ботанике и зоологии беспозвоночных (2 семестр)

Таблица 1 – Содержание флористических исследований

День	Часов/день	Вид практики	Вид деятельности
1-7	6	камеральная, полевая	Вводный инструктаж: знакомство с планом работы, методикой и правилами работы в полевых условиях, техникой безопасности; определение направлений самостоятельных исследований. Изучение принципов работы с определителем растений и изготовления гербарных образцов. Изучение закономерностей распределения флоры района практики; описание жизненных форм растений; описание растительных ассоциаций; закладка гербарных образцов.
8-14	6	камеральная, полевая	Изучение флоры района практики; описание и оформление геоботанического профиля; подготовка к зачету по разделу ботанической практики.

Таблица 2 – Содержание фаунистических исследований

День	Часов/день	Вид практики	Вид деятельности
15-21	6	камеральная, полевая	Изучение основных видов беспозвоночных животных лесной зоны, луга и водоема; методики и правил сбора, определения, изучения и коллекционирования животных. Разбор материалов.
22-28	6	камеральная, полевая	Знакомство с видовым составом позвоночных животных лесного и лугового биоценозов, водоема; методи-

			кой и особенностями полевых исследований при изучении позвоночных животных; описание животных и их следов жизнедеятельности. Работа над дневником, подготовка к зачету по разделу зоологической практики.
--	--	--	---

## 1.2. Структура практики по общей экологии (4 семестр)

Таблица 3 – Содержание экологических исследований

День	Часов/день	Вид практики	Вид деятельности
1-14	6	камеральная, полевая	Изучение методов биологического мониторинга. Биоиндикация загрязнения атмосферы. Изучение состояния атмосферного воздуха с помощью растений-индикаторов. Изучение степени запыленности воздуха.
15-28	6	камеральная, полевая	Биоиндикация загрязнения почв. Оценка солевого загрязнения почвы по листьям липы. Индикация состояния среды по частотам встречаемости фенотипов белого клевера. Биоиндикация состояния почв по наличию тех или иных видов растений, подготовка к зачету по экологической практике.



## **2. Указания по выполнению и оформлению исследовательской работы в период учебной полевой практики**

### **2.1. Общая часть**

Задача учебно-исследовательской работы состоит в проведении студентом самостоятельного исследования. Весь опыт предшествующей учебной деятельности ориентирует огромное большинство студентов при возникновении вопроса обращаться к литературе. Понятно, однако, что первичным способом накопления тех или иных научных знаний было непосредственное изучение объекта исследования. Такое непосредственное изучение объекта исследования продолжает оставаться единственным источником появления новых научных данных. В ходе выполнения учебно-исследовательской работы студент и проводит непосредственное, самостоятельное изучение того или иного объекта, моделируя тем самым процесс научного познания.

Тема учебно-исследовательской работы выбирается студентом самостоятельно при консультации с руководителем практики. Выбор темы учебно-исследовательской работы определяется направленностью интересов студента и конкретными условиями прохождения практики. В настоящих методических указаниях приводится примерный перечень тем учебно-исследовательской работы с методическими указаниями по их выполнению. Предлагаемые темы являются примерными, то есть, возможна их модификация, возможно также выполнение темы, не включенной в этот перечень, а предложенной самим студентом.

Материал, положенный в основу учебно-исследовательской работы должен быть посвящен какой-либо одной теме и быть достаточно представительным. Недопустимо описывать отдельные наблюдения, не объединенные общей темой и общим планом работы. Если тема учебно-исследовательской работы посвящена какому-либо динамическому явлению, то за время проведения работы студент должен провести не менее 20 экспериментов или наблюдений для получения достоверного материала. Для выполнения тем учебно-исследовательской работы, посвященных статичному явлению число исследованных объектов должно быть не менее 50.

На основании первичных наблюдений выявляется та или иная закономерность, которую следует выразить математически, применив простейшую статистическую обработку материала.

Результаты учебно-исследовательской работы представляются в виде письменного отчета.

Выполнение учебно-исследовательской работы в ходе учебной практики служит не только расширению и углублению биологических знаний, но и является формой подготовки к будущей научно-исследовательской работе студента.

## 2.2. Структура отчета по учебно-исследовательской работе

Отчет по учебно-исследовательской работе включает следующие разделы (таблица 4)

Таблица 4 – Структура отчета по учебной практике

Название и нумерация разделов	Количество страниц
ВВЕДЕНИЕ.....	1-2
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	5-10
2. СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	6-10
2.1.. Материалы и методы исследований.....	1-2
2.2.. Результаты исследований.....	5-8
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	1-3
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	2-3
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	не более 10

Первая страница отчета – титульный лист – оформляется согласно образцу. Второй страницей является содержание, в котором должны быть отражены все разделы и подразделы работы в последовательности, указанной в таблице 4.

Разделы «СОДЕРЖАНИЕ», «ВВЕДЕНИЕ», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ», «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ», «ПРИЛОЖЕНИЯ» не имеют нумерации перед названием, как указано в таблице 4.

На титульном листе номер страницы не проставляется. Номера выставляются, начиная с содержания внизу, в центре. Во всей работе, включая приложения, нумерация страниц сквозная.

В содержании необходимо указать номера всех разделов и подразделов. Промежуток от названия раздела до номера страницы, указанного в содержании, должен быть заполнен точками.

Над номерами страниц в содержании надо проставить обозначение «с.».

Во **введении** надо охарактеризовать излагаются актуальность, научно-практическое значение исследований, формулируются цель и задачи работы.

Цель и задачи приводятся в конце введения. Слова «цель» и «задачи» выделяются жирным шрифтом.

**Цель**– это краткое изложение направления научных исследований. Цель реализуется благодаря последовательному решению ряда **задач**, которые отражают этапы исследований. На основании задач составляются обзор литературы, материалы и методы, результаты собственных исследований, заключение. Фактически задачи являются планом выполнения отчета.

Цели и задачи учебной практики должны четко совпадать с индивидуальным заданием на практику.

В отчет после введения необходимо включить **обзор литературы** по проработанной во время практики проблеме, сделать ссылки на изученные источники и составить список использованной литературы. В обзоре приводятся ана-

лиз результатов исследований, выполненных отечественными и зарубежными учеными за последние 10-15 лет. Это позволяет подчеркнуть значимость и новизну выполняемых студентом исследований. Для составления обзора литературы необходимо использовать статьи и резюме из научных, реферативных журналов, монографии, авторефераты кандидатских и докторских диссертаций, материалы научно-практических конференций, симпозиумов, сборники научных статей, в ограниченном количестве нормативно-техническую документацию (законы, нормы, постановления и др.).

**Материалы и методы исследований.** На практике обучающиеся должны познакомиться с описанием методик, необходимых материалов и оборудования для выполнения экологических исследований. В отчете приводятся описания отдельных методик, которые включают: материалы (объекты исследований с указанием объема и массы пробы; реактивы, применяемые в ходе проведения исследования, с указанием объема и концентрации растворов, массы сухих реактивов); лабораторное оборудование (посуда, инструменты, вспомогательные приспособления, технические средства и приборы и др.); методика исследований (последовательное описание этапов выполнения исследований).

**Результаты исследований.** Все этапы проделанной в период прохождения практики работы необходимо включить в отчет, раздел «Результаты исследований». Приводится описание выполненной студентом работы: какие исследования проведены, количество экспертиз, объекты исследования, результаты проведенных лабораторных исследований.

После выполнения всех этапов исследований необходимо сделать **заключение** о проделанной работе. Обучающимся необходимо провести анализ выполненной работы, указать, о чем свидетельствуют результаты исследований. Сравнить произошедшие изменения за ряд лет. Продумать, с чем связано наличие загрязнений или каких-либо других изменений. Последовательность изложения результатов в заключении должна соответствовать последовательности изложения материала в разделе «Результаты исследований»

**Список использованных источников** составляется в соответствии с действующим ГОСТ (приложение Е).

**Приложения.** В период прохождения практики обучающиеся знакомятся с нормативно-технической документацией, актами выполнения исследований, формами договоров, инструкциями и другими документами, необходимыми при проведении практической работы эколога с учетом конкретной организации. Копии изученных документов и список используемой в организации литературы по методам мониторинга и охраны природы необходимо привести в приложении.

Кроме того, в приложение можно включить фотографии постановки опытов, оборудования, объектов исследования, территорий, на которых проводился отбор проб, общего вида организации. Весь иллюстративный материал должен быть пронумерован и снабжен подписями, размещаемыми ниже фотографий. По тексту отчета необходимо в соответствующих местах сделать ссылки на приложения.

Отчет выполняется на листах формата А4 в печатном и электронном виде.

После титульного листа (см. приложение А) приводится содержание отчета с указанием страниц разделов.

Страницы отчета нумеруются в центре, внизу. На титульном листе номер не проставляется. Содержание имеет номер 2. Далее по всему тексту, включая приложения, нумерация сквозная.

Листы отчета подшиваются в папку-скоросшиватель.

Студент сдает работу лаборанту кафедры для регистрации. Лаборант в специальном журнале регистрирует отчет и передает его на проверку преподавателю – руководителю практики от университета.

Результаты практики обучающиеся представляют на зачетной конференции в виде устного доклада с обязательной подготовкой презентации.

### 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАЗДЕЛА СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

При описании собственных исследований можно воспользоваться следующими рекомендациями.

#### *1. Описание места и условий работы*

Указывается точное местонахождение района исследований (приводится привязка к географическому пункту в следующем формате: название города, если работа проводилась в городе, название области или края, района и населенного пункта, если исследование проводилось в сельской местности). В научных работах, связанных с полевыми исследованиями, приводится достаточно детальная характеристика района исследований — описывается его рельеф, климат, гидрография, иногда — характер и размещение населенных пунктов и различных искусственных сооружений. В учебно-исследовательской работе описание условий проведения исследований проводится кратко и максимально конкретно. Например, при изучении водных животных указывается характер водоема (река, пруд, оросительный канал и т.п.), приводятся сведения о глубине водоема и характере растительности. При изучении насекомых, посещающих цветущие растения, приводится характер биотопа (луг, степь и т.п.), а также названия растений. При проведении исследования в условиях тех или иных агроценозов указывается характер агроценоза (поле, огород, приусадебный участок и т.п.) и сельскохозяйственная культура.

#### *2. Методика исследований*

Методика выполнения работы — это описание перечня действий, производимых во время выполнения эксперимента или наблюдения. Оно должно быть кратким, точным и приводиться в том же порядке, в котором проводились действия во время эксперимента или наблюдения. Метод описывается в прошедшем времени и не от первого лица.

### 3.1. Комплексные геоботанические исследования фитоценозов

Геоботанические исследования, являясь основной формой работы полевых ботаников, включают в себя комплексное изучение как самих растений, так и среды их обитания, которые оказывают взаимное влияние и, в определенной степени «формируют друг друга».

Связано это, в первую очередь, с тем, что произрастание как отдельных видов растений, так и сформированных ими фитоценозов, напрямую зависит от комплекса физико-географических факторов, в первую очередь – от особенностей рельефа, почв и почвообразующих пород данной территории. Особенно велика, при этом, роль **рельефа**, который, хотя и косвенно, влияет на растительность и, являясь мощным трансформатором тепла и влаги, оказывает исключительно большое влияние на специфику фитоценозов и их распространение.

В свою очередь растения и сформированные ими фитоценозы **изменяют среду** своего обитания – макро- и микроклимат, состав, структуру и влажность почвы, подземную и поверхностную гидросеть.

Будучи функционально связанными с комплексом физико-географических условий, растения и их сообщества могут быть использованы как **индикаторы** (особенно виды и фитоценозы с узкой экологической амплитудой) различных особенностей природных условий – аэрации и увлажнения почвы, ее засоленности, карбонатности и механического состава, глубины залегания почвенно-грунтовых вод и т.п. Наиболее надежными индикаторами являются не отдельные виды, а группы видов или целиком растительные сообщества.

*Основные понятия и термины*

*Фитоценоз и геоботанические исследования*

При геоботанических исследованиях основным объектом изучения является **фитоценоз**.

В отечественной геоботанической литературе наиболее широко используется определение, данное В.Н.Сукачевым: «Под фитоценозом (растительным сообществом) надлежит понимать всякую совокупность растений на данном участке территории, находящуюся в состоянии взаимозависимости и характеризующуюся как определенным составом и строением, так и определенным взаимоотношением со средой...».

Таким образом, фитоценоз – это не случайное собрание видов растений, а **закономерная совокупность** видов, приспособившихся, в результате длительного подбора, к совместному существованию в определенных условиях внешней среды.

Часто вместо термина «фитоценоз» употребляется термин «растительное сообщество». Однако, как считает А.Г. Воронов (1973), термин «фитоценоз» целесообразнее сохранить для обозначения конкретных участков растительности, а «растительное сообщество» использовать как термин, не имеющий определенного объема, как безранговое понятие для обозначения любого таксона в классификации растительного покрова.

Каждый фитоценоз характеризуется определённым **набором признаков**, из которых наиболее важное значение для разграничения одних фитоценозов от других имеют следующие:

- 1) видовой (флористический) состав;
- 2) количественные и качественные отношения между растениями, которые определяются разной степенью участия (обилием) различных видов и неодинаковой их значимостью в фитоценозе;
- 3) структура — вертикальное и горизонтальное расчленение фитоценоза;
- 4) характер местообитания — среда обитания фитоценоза.

Совокупность всех фитоценозов определенной территории называют **растительностью**, или **растительным покровом** данной территории.

#### *Классификация фитоценозов*

Для того, чтобы разобраться в многообразии фитоценозов, слагающих растительный покров определённого региона, их **систематизируют**, используя классификацию соподчиненных единиц. Из классификационных единиц приходится иметь дело с **ассоциацией** (основной низшей таксономической единицей) и **типом растительности** (высшим таксоном). Другие классификационные единицы (группа ассоциаций, формация, группа формаций, класс формаций) используются в той или иной степени лишь при углубленных ботанических исследованиях.

Существует большое количество определений ассоциации – кратких и пространных. Главное, что к одной ассоциации относятся фитоценозы, сходные по видовому составу, структуре и условиям местообитания.

#### *Основные методы выделения (разграничения) ассоциаций*

В нашей стране большинством исследователей при отнесении фитоценозов к определённой ассоциации в качестве главного, основного критерия используются **доминирующие виды** (доминанты) – виды, явно преобладающие в фитоценозе над другими видами. То есть к одной и той же ассоциации относят фитоценозы с одинаковыми доминантами, но которые могут отличаться по составу видов, имеющих небольшое обилие.

Чтобы получить достаточно полное представление об ассоциации, необходимо описать и проанализировать видовой состав и структуру нескольких конкретных сходных фитоценозов.

В настоящее время геоботаники располагают и другими более объективными и универсальными методами выделения ассоциаций. Наиболее перспективным методическим приёмом является использование в качестве основного критерия выделения ассоциации – групп видов, индицирующих **экологическую общность** объединяемых в одну и ту же ассоциацию фитоценозов.

#### *Методика комплексного геоботанического исследования. Составление флоры*

Перед началом комплексного геоботанического исследования проводят рекогносцировочное изучение флоры — составление списка произрастающих в данной местности растений по основным типам биотопов (ландшафтных выделов). Делается это, с одной стороны, с целью составления общего представле-

ния о растительности исследуемого района, а с другой – с учебными и «тренировочными» целями.

Составление **списка видов** растений лучше проводить на заранее намеченном маршруте, охватывающем разнообразные и контрастные местообитания, типичные и нетипичные для данной территории.

В каждом биотопе работа проводится в следующем порядке:

- 1) в полевом дневнике указывается номер точки;
- 2) описываются физические особенности местообитания и особенности растительного сообщества (положение в рельефе, окружение точки);
- 3) составляется список всех видов растений, произрастающих на данной точке.

#### *Описание фитоценозов*

Описание фитоценоза ведётся в определённой последовательности на специальных бланках. В зависимости от поставленных перед исследователем задач описание может быть сделано с различной степенью подробности. Описание полного бланка дано ниже.

Перед выходом на описания следует заготовить достаточное количество бланков.

Ниже приводится характеристика тех пунктов бланка, которые требуют дополнительного пояснения или имеют особое методическое значение.

#### *Название ассоциации*

Название ассоциации даётся по доминирующим видам.

Название лесных ассоциаций составляется по доминантам каждого яруса, начиная с древесного. Если в ярусе имеется несколько доминантов, то в названии ассоциации они соединяются дефисом и преобладающий из них ставится на последнее место.

Например, ассоциация с господством в древостое дуба и несколько меньшим обилием липы, с доминированием в подлеске лещины обыкновенной и в травяном покрове – осоки волосистой и зеленчука жёлтого с преобладанием осоки – может быть названа: *липово-дубовая лещиновая зеленчуково-волосисто-осоковая*.

В названиях травянистых ассоциаций при таком способе наименований обычно не учитывается принадлежность доминантов к определённому ярусу. Доминирующие виды соединяются дефисом в таком порядке, при котором доминант с наибольшим обилием ставится на последнее место. Например, луговая ассоциация с доминантами щучкой, лютиком едким и осокой заячьей с явным преобладанием щучки может быть названа: *осоково-лютиково-щучковая*.

Если в травостое преобладает один злак, например, мятлик луговой, осоки отсутствуют, представителей бобовых мало, а среди видов разнотравья доминирующих видов нет, но в совокупности они играют заметную роль в фитоценозе, то такой фитоценоз следует отнести к *разнотравно-мятlikовой ассоциации*.

Другой способ составления названия ассоциации сводится к перечислению доминантов каждого яруса, начиная с верхнего, разделённых знаком тире.

Если ярус образован несколькими доминантами, то они соединяются между собой знаком плюс, причём в этом случае преобладающий доминант ставится на первое место: *дуб черешчатый + липа обыкновенная – лещина обыкновенная – осока волосистая + зеленчук жёлтый*.

### *Ярусы*

Ярусы – самые крупные структурные части вертикального строения фитоценоза.

При выделении и описании ярусов следует усвоить ряд основных положений:

1. Ярусное (вертикальное) расчленение фитоценозов определяется тем, что каждый фитоценоз сформирован растениями разной высоты и относящимися к различным биоморфам (жизненным формам) – деревья, кустарники, кустарнички, травы, мхи и др.

2. Отсчёт ярусов ведётся сверху, т.е. наиболее высокие растения относят к первому ярусу.

3. В один ярус следует включать все надземные части входящих в него растений, т.е. ярусы в фитоценозе располагаются не отдельными слоями или этажами один под другим, а как бы вложены один в другой.

4. Ярусы должны хорошо отграничиваться друг от друга, а входящие в них растения формировать достаточно сомкнутые образования. Если этого нет, то следует говорить о ярусной невыраженности. Например, в лесном сообществе единично растущие кустарники или небольшие разбросанные куртинки мхов не образуют соответственно ни яруса подлеска, ни яруса мохового покрова.

5. Каждый ярус занимает определённую экологическую нишу. В одном и том же ярусе находятся растения, близкие по экологии.

Благодаря ярусности в фитоценозе уживается большое количество видов растений, которые наиболее полно используют среду обитания.

Существуют разные принципы толкования выделения ярусов.

Наиболее простым, хотя и более формальным подходом, является разграничение ярусов по высоте расположения кроны и облиственных частей растений. При таком подходе один и тот же вид может входить в разные ярусы.

В лесных фитоценозах чаще выделение ярусов производят по жизненным формам, когда всё сообщество расчленяется на древесный, кустарниковый, травяно-кустарничковый и мохово-лишайниковый ярусы. Можно выделять также несколько ярусов древесных, кустарниковых, травянистых или в пределах древесного, кустарникового и т.д. выделять подъярусы (т.е. этажи, различающиеся по составу и высоте в пределах яруса).

Ярусы обозначаются римскими цифрами. Высота деревьев и кустарников даётся в метрах, травянистых растений и кустарничков – в сантиметрах.

### *Мозаичность*

Горизонтальную структуру фитоценоза называют мозаичностью. Она характеризует пятнистость, пестроту фитоценоза. Основными структурными единицами мозаичности являются микрофитоценозы и микрогруппировки.

Микрофитоценозы – структурные единицы горизонтального расчленения



всего фитоценоза, включающие все ярусы.

Микрогруппировки – структурные единицы в пределах одного яруса.

#### *Списки видов*

Очень важным этапом комплексного геоботанического исследования является выявление флористического состава ярусов, т.е. составление списка видов для каждого яруса. Видовой состав – главный признак фитоценоза, и его выявление – основа любого геоботанического исследования.

Сомнительные виды и те растения, для которых в поле невозможно установить видовую принадлежность, следует включать в бланк описания под порядковыми номерами и под соответствующими же номерами собирать в гербарий для определения и уточнения их названий в камеральных условиях. Для трудно определяемых и визуально плохо различаемых в поле растений (как, например, мхи, лишайники или всходы растений) желательно составить специальные коллекции наиболее типичных и часто встречающихся видов этих групп на исследуемой территории.

#### *Ценотические группы*

Разные виды в фитоценозе играют неодинаковую роль или иначе имеют различную ценотическую значимость. На этом основано подразделение видов растений на определённые группы, название которых и число различно у разных авторов.

При простейшей классификации выделяют три основные группы:

*Эдификаторы* – виды, которые могут устойчиво доминировать и оказывать существенное влияние на формирование фитосреды сообщества, т.е. это строители данного фитоценоза.

*Доминанты* – господствующие виды, но характеризующиеся слабой средообразующей способностью в фитоценозе.

*Ассектаторы* – виды, неспособные доминировать, хотя в совокупности их роль в формировании фитосреды в некоторых фитоценозах может быть ощутимой.

#### *Обилие*

Для оценки ценотической роли вида в фитоценозе большое значение имеет определение его обилия, т.е. его количества на пробной площади. Обилие определяется различными показателями. Наиболее доступны глазомерные методы учёта, выражающиеся в условных баллах; реже используются числовые методы учёта количества особей каждого вида.

При описании древостоев для оценки роли каждой древесной породы в лесном фитоценозе определяют состав древостоя. Под составом древостоя принято понимать степень участия каждой породы в древостое данного фитоценоза. Состав древостоя определяется методом относительного учёта, т.е. когда оценивается соотношение между численностью разных пород; для древостоя оно выражается в виде формулы древостоя по 10-балльной шкале. Общее число стволов на пробной площади принимают за 10 единиц (что соответствует 100%), участие каждой породы в смешанных насаждениях оценивается в долях от 10. Древесные породы обозначаются в формуле первыми буквами своего

наименования (Е – ель, С – сосна, Лп – липа, Д – дуб, Ол – ольха и т.д.). Коэффициенты, стоящие перед названием древесных пород, показывают относительное участие их в древостое.

Примеры: формула 6Е4Б означает, что древостой насаждения на 60% образован елью и на 40% – берёзой; формула 10Е означает, что насаждение чистое, состоит из одной древесной породы – ели. Если участие какой-либо породы в насаждении меньше единицы (т.е. меньше 10%), то в формуле состава древостоя присутствие этой породы отмечается знаком плюс. Так, например, формула 10Е+Б означает, что в древостое кроме ели имеется незначительная примесь берёзы. Пересчёт стволов занимает немного времени, особенно когда во избежание ошибок каждое сосчитанное дерево нумеруется мелом.

#### *Сомкнутость крон*

Сомкнутость крон – это площадь, занятая проекциями крон деревьев без учёта просветов внутри крон. Степень сомкнутости крон определяют глазомерно в десятых долях от единицы или в процентах. Так, степень сомкнутости крон, равная 0,6, означает, что на долю проекции крон приходится 0,6, а на долю просветов 0,4 всей площади.

#### *Высота деревьев*

Измеряется с помощью эклиметра, высотомера или глазомерно.

#### *Диаметр стволов*

Измерение производится с помощью мерной вилки на высоте 1,3 м от основания ствола. При отсутствии мерной вилки диаметр ствола определяют по данным длины окружности. С этой целью с помощью мягкой сантиметровой ленты измеряют окружность ствола и делят полученную величину на 3,1 (число  $\Pi$ ).

#### *Возраст деревьев*

Возраст определяют путём подсчёта годовых колец (слоёв) древесины. Для установления возраста стоящих на корню деревьев существует специальный бурав Пресслера. К сожалению, приобрести его очень сложно.

Возраст можно определить также по свежим пням или срубленным деревьям. Однако это не всегда удаётся использовать. Вследствие этого определение возраста деревьев всегда сопряжено с большими трудностями. Можно использовать лесотаксационные данные для района исследования.

#### *Возобновление древостоя*

Включает всходы и подрост. Всходами принято считать одно-двухлетние деревца. Лесоводы условно все деревца высотой до 10 см относят к всходам, а более высокие – к подросту, но не выше 1/4 или 1/2 высоты взрослых деревьев. Ни всходы, ни подрост нельзя считать самостоятельными ярусами, так как это молодое поколение деревьев; многие из них погибнут в борьбе за существование, а более сильные со временем достигнут высоты верхнего яруса насаждения, займут место старого древостоя.

Значение изучения всходов и подростка велико, поскольку позволяет судить о степени обеспеченности естественного возобновления, об устойчивости данного фитоценоза, возможности смены древесных пород и т.д.

При характеристике травяного покрова следует обратить внимание на следующие пункты бланка.

#### *Общее проективное покрытие*

Это площадь, занятая проекциями надземных частей растений, выраженная в процентах.

При определении проективного покрытия наблюдатель смотрит сверху вниз и учитывает отношение проекции надземных частей всех растений к общей площади, на которой определяется проективное покрытие. Для более точного определения используется сеточка Раменского, разделённая на 10 квадратных клеток обычно со стороной в 1 см.

#### *Истинное покрытие (задернованность)*

Это покрытие поверхности почвы основаниями стеблей растений. Оно всегда меньше общего проективного покрытия и при одинаковом последнем может варьировать.

#### *Аспект*

Аспект – это внешний вид (физиономичность) фитоценоза. Аспект сообщества неоднократно меняется на протяжении вегетационного периода и зависит от фенологического состояния доминирующих видов растений. Этот признак фитоценоза выражается исключительно словесными описаниями. Названия аспектов даются по окраске аспекттивных видов. Пример записи: *аспект жёлтый, вызванный массовым цветением лютика едкого*. Для открытых фитоценозов аспект может служить признаком разграничения одного фитоценоза от другого.

#### *Фенологическое состояние растений*

Растения, слагающие травостой каждого сообщества, в момент описания находятся в различных фазах развития (фенофазах). Сравнение фенологических фаз одних и тех же видов растений в разных условиях местообитания позволяет сделать некоторые заключения о том, насколько данные условия благоприятны тому или иному виду растения, какие условия ускоряют или задерживают его развитие. Для обозначения фенофаз применяется следующая система обозначений.

#### *Характер размещения растений*













Для обозначения неравномерного размещения растений чаще всего используют следующие значки: *gr* (*gregaria*) – растение встречается редкими, равномерно распределёнными скоплениями, *sim* (*simulus*) – растение встречается неравномерными (облачными) скоплениями, среди которых наблюдается примесь особей других видов.

#### *Инструментальное обеспечение*

Для выезда на маршрут студент должен иметь с собой следующее:

1. Гербарную папку 45 x 34 см. из плотного картона или фанеры с вложенными в нее листами гербарной или газетной бумаги;
2. Полиэтиленовый мешочек для сбора и последующего определения на свежем материале некоторых растений;
3. 50 двойных листов бумаги размером 30 x 40 см.

4. Копалку;
5. Ножницы;
6. Небольшой блокнот для черновых этикеток и записей во время экскурсий;
7. Простой карандаш;
8. Лупу;
9. Определитель растений.

Цифровой символ	Знаковый символ	Значение символа
1		начало вегетации, вегетация до цветения, всходы
		зачатки, почки
2		бутонизация
		расцветание
3		полное цветение
		конец цветения
		наличие незрелых плодов в конце цветения
4		созревание плодов, плодоношение
		зрелые плоды
		осыпание плодов
		конец генерации
		нет признаков генерации

В последней графе бланка – «Общие замечания для всего фитоценоза» желательно сделать заключение об изучаемом фитоценозе, отметить его специфику, основные особенности видового состава и структуры. Так, для производных лесных фитоценозов важно указать, насколько велика степень нарушенности и в чём она проявляется, имеется ли тенденция к восстановлению коренных пород. При описании луговых фитоценозов следует отметить кормовые достоинства травостоя и влияние хозяйственной деятельности человека. Заканчивая характеристику болотных сообществ, обязательно надо подчеркнуть, к какому типу болота относится данный фитоценоз.

### 3.2. Методы фаунистических наблюдений

#### *Методика изучения фауны водоема*

Исследование фауны водной среды можно проводить в любую погоду. При проведении экскурсии необходимо обратить внимание на те объекты, которые имеют наибольшее практическое, ветеринарное значение.

Водные организмы (гидробионты) по своему происхождению делятся на две группы – первичноводных и вторичноводных. К первой группе принадлежат такие виды, которые, возникнув в водной среде, никогда её не покидают и проходят здесь весь свой жизненный цикл (одноклеточные, губки, кишечнополостные, черви, моллюски, ракообразные, рыбы и часть земноводных). Ко второй группе относятся животные, которые, являясь типичными обитателями воздушно-наземной среды, вернулись в воду, где или совершают весь свой жизненный цикл (некоторые виды клещей, клопов и жуков), или используют её для откладки яиц и развития личиночных стадий (подёнки, веснянки, вислокрылки, ручейники, стрекозы, некоторые виды двукрылых и бабочек).

Каждой зоне водоема соответствует свое население. В толще воды обитают пелагические организмы, на дне – формы, носящие общее название бентоса.

*Пелагические организмы*, в зависимости от способности к перемещению в воде, делятся на две группы: нектон и планктон.

*Нектон* включает животных, активно плавающих и способных передвигаться на значительные расстояния, преодолевая более или менее сильное течение воды. Типичными нектонными животными являются рыбы и водные млекопитающие.

Активно плавающие организмы стоячих и медленно текущих водоемов составляют особую группу *нектобентоса* к которой принадлежат, главным образом, насекомые (некоторые водные клопы, жуки, клещи, отчасти пиявки).

*Планктон* составляют организмы, не способные активно передвигаться на более или менее значительные расстояния и находящиеся в толще воды во взвешенном состоянии (коловратки, ветвистоусые и веслоногие рачки, личинки перистоусого комара, дафнии и др.).

*Бентос* – сообщество организмов, населяющих дно водоема. На дне живут прикрепленные, ползающие, роющие и сверлящие организмы (губки, кишечнополостные, мшанки, черви, брюхоногие и двустворчатые моллюски, личинки стрекоз и многих других насекомых, высшие раки, водяной ослик).

При коллекционировании надо иметь представителей всех групп водных животных. Из представителей водоема к числу обязательных объектов относятся:

- легочные моллюски,
- двустворчатые моллюски,
- личинки и имаго стрекоз,
- личинки и имаго ручейников, поденок, веснянок, вислокрылок,
- личинки и имаго водных жуков,
- водные клопы,

– пиявки.

В коллекции на каждое животное составляется этикетка с указанием типа, класса, отряда, семейства, рода и желательного вида.

Снаряжение водной экскурсии (в расчете на одно звено):

1. Сачки водные.
2. Ведра или банки для сбора живого материала.
3. Пинцеты на шнурах (по числу участников).
4. Записные книжки и карандаши.

*Методика сбора планктона водоемов*

Представители планктона собираются для исследования сачком. Последний следует погружать в воду ребром перпендикулярно к поверхности водоема и сделать несколько взмахов на определенной площади и глубине. После этого сачок быстро вытаскивают из воды отверстием вверх, дав стечь воде, выворачивают мешок в ванночку или в кювет с водой и смывают содержимое, которое переносят в стеклянные банки. Сачком можно выловить циклопид, дафний, гаммарусов, личинок насекомых, плавающих моллюсков и др.

В банки не следует помещать слишком большое количество животных. В каждую банку кладут этикетку, на которой указывают номер пробы. В тетради соответственно номеру пробы записывают место и время сбора, глубину водоема, расстояние от берега, способ сбора, в каких зарослях производился сбор.

В Рязанской области зоологическое обследование водоемов можно проводить с середины июля по сентябрь, лучшими сроками являются июль и август. К этому периоду в водоемах увеличивается численность животных, и имеется наибольшая вероятность наличия личинок гельминтов в промежуточных хозяевах.

После доставки проб с водоема в лабораторию водных животных следует разместить в широкие кюветы или ванночки, одновременно положив туда небольшое количество ила и водные растения, привезенные с водоема. Надо иметь в виду, что водные животные в лабораторных условиях долго жить не могут, они быстро гибнут и разлагаются. Если не представляется возможным быстрое исследование представителей планктона или, по крайней мере, в ближайшие 1-2 дня, то собранных водных животных можно консервировать в 4%-ном растворе формалина для последующего исследования.

*Методика сбора бентоса водоемов*

Донное население водоемов (бентос) изучается различными методами: сборы производятся сачками, драгами, тралами без учета количества (так называемые качественные сборы) или дночерпателями и другими орудиями, регистрирующими обловленную площадь (количественные сборы).

Наиболее простым приспособлением для сбора донного населения является сачок, которым пользуются с берега или лодки. Сачки состоят из металлического обруча круглой (диаметром от 20 до 30 см) или прямоугольной формы (размерами 20х30 см). Сачок насаживается на палку длиной 1,5-3 м. Мешок сачка (прямоугольный или закругленный на конце) делается из плотной прочной конгресс-канвы, частой дели или мельничного газа первых номеров. Грунт,

извлеченный из водоема сачком, вместе с находящимися в нем животными, помещается на систему решет. Решета вставляются одно в другое. При работах на пресных водах сетки решет должна быть следующие: первая – 2-5 мм, вторая – 1-2 мм и третья – 0,5 мм. Решета соединяются между собой веревкой, промывка грунта в них достигается частым погружением их в воду.

Выборку животных производят пинцетом, начиная с верхнего решета, где после промывки остаются наиболее крупные формы, затем разбирается второе решето и, наконец, третья. Отмытый и выбранный материал складывается в банки и фиксируется спиртом или формалином. Большинство донных обитателей фиксируют 70° спиртом, а содержащих большое количество воды – 96° спиртом. Формалином фиксируют организмы, в теле которых мало извести, например, актиний, медуз, гребневиков, полихет. При отсутствии спирта формалином можно фиксировать всех животных. В этом случае формалин следует предварительно нейтрализовать путем добавления в него соды или буры. Для чего к 1 л продажного (40 %) формалина добавляют 10 г буры, предварительно растворив её в 100 мл горячей воды. Фиксация производится 4 % формалином (продажный нейтрализованный формалин разводят водой в 10 раз).

Животных, предназначенных для последующего микроскопического исследования, фиксируют специальными фиксаторами (жидкостью Буэна и др.). Некоторых животных перед фиксацией следует анестезировать, чтобы затем зафиксировать в расправленном виде. Анестезирующими веществами являются хлоралгидрат, серноокислый магний, эфир, хлороформ, ментол и др.

Весь собранный материал немедленно этикетуется на пергаменте несмывающейся тушью или простым карандашом. Этикетка должна содержать следующие данные: номер записи в журнале, дату, название водоема, его характеристику, орудие сбора, фамилию исследователя. Дальнейшая обработка материала в зависимости от размеров, объема проб и величины собранных животных производится в больших кюветах, кристаллизаторах или чашках Петри и контролируется просмотром под лупой и биноклем.

По окончании учебной практики студенты отчитываются по коллекции и представляют дневник с записями по образу жизни, практическому значению водных животных.

#### *Методика изучения почвенной фауны*

В почвенном слое, на той или иной глубине можно встретить более или менее богатую по видовому составу фауну, состоящую исключительно из мелких животных, имеющих большое практическое значение.

Почвенных животных необходимо подразделить на шесть групп:

1. Животные, проводящие в земле большую часть своей жизни и только сравнительно на недолгое время покидающие её (дождевые черви, медведки, многоножки).

2. Животные, которые проводят значительную часть своей жизни в земле (некоторые муравьи, хрущи, щелкуны).

3. Животные, проводящие определенную стадию своего развития в почве (насекомые, окукливающиеся в земле, а в стадии личинки и имаго живущие вне

её). Сюда же относятся такие формы, которые находятся в земле только в стадии яйца, например, саранчовые, кузнечики.

4. Животные, устраивающие гнезда в земле, где находятся их яйца, личинки и куколки, тогда как взрослые большую часть времени проводят вне земли (шмели, различные осы, одиночные пчелы и др.).

5. Животные, у которых наблюдается чередование поколений – подземных и наземных (у целого ряда тлей).

6. Животные, которые временно, при наступлении неблагоприятных условий, зарывается в землю (некоторые жуки и другие, зимующие в почве).

Из представителей почвенной фауны к числу обязательных объектов исследования относятся:

- личинки и имаго жужелиц, стафилинид,
- дождевые черви,
- клещи,
- личинки и куколки шелконов,
- личинки и куколки хрущей,
- личинки и куколки бабочек;
- личинки и куколки двукрылых,
- многоножки.

Снаряжение для изучения почвенной фауны (в расчете на одно звено):

1. Штыковая лопата.
2. Пинцеты на шнурках.
3. Мешковина или полиэтиленовая пленка, на которой разбирают почвенные пробы.
4. Пробирка с раствором формалина (4%) или спирта (70°), куда помещают собранных представителей почвенной фауны.
5. Маленькие мешочки для сбора дождевых червей (один на звено).
6. Записные книжки и карандаши.

Для сбора почвенной фауны используют различные приёмы в зависимости от поставленной задачи. Наиболее распространенными и доступными являются: копанье ям различной глубины, рыхление верхнего сдоя почвы, выкапывание отдельных растений, осмотр поверхности почвы при поисках гнезд и др.

Копание ям – наиболее распространенный метод изучения почвенной фауны. Выбор места, количество ям, их глубина определяется поставленной задачей и различными условиями, влияющими на распределение обитателей почвы. Чем больше будет вырыто ям, тем точнее получаются результаты исследований. При научных и производственных обследованиях принято рыть не менее четырех ям размером 0,5 x 0,5 м (0,25 м<sup>2</sup>). Глубина может быть различной, но не менее 30 см. Распределение ям по обследуемой площади должно быть равномерным, охватывающим всё разнообразие рельефа, типов почвы, характера растительного покрова. Расстояние между ямами на однородном участке должно быть 3-4 м. Почвенные раскопки проводят по диагонали, или в шахматном порядке. Почва в раскопках берется штыковой лопатой послойно порциями. Порции почвы помещают на мешковину или пленку и тщательно просматри-



вают. При осмотре почвенных порций собирают яйца, личинок, куколок, взрослых насекомых, червей и прочих обитателей. Всех собранных представителей почвенной фауны помещают в пробирки с раствором формалина или спирта. Дождевых червей помещают в маленькие мешочки с небольшим количеством влажной почвы.

#### *Методика изучения фауны лугов и пастбищ*

На лугах и пастбищах встречаются разнообразные животные. Здесь можно встретить животных, у которых определенные стадии развиваются в водной среде (стрекозы, поденки, слепни). Непосредственная близость лугов и пастбищ к берегу реки или озера, к лесу влияет на состав фауны. На пастбищах находятся разнообразные кровососущие эктопаразиты животных.

Необходимо изучить образ жизни и значение наземных моллюсков, возможных промежуточных хозяев гельминтов животных и птиц. Следует определить плотность заселения пастбищ и лугов орибатидными клещами (промежуточные хозяева цестод).

Оборудование для определения фауны лугов и пастбищ (в расчете на одно звено):

1. Сачки воздушные.
2. Штыковая лопата.
3. Морилка.
4. Пинцеты.
5. Пробирка с раствором спирта.
6. Лупа.
7. Записные книжки и карандаши.

Основной метод для сбора животных на лугах и пастбищах – кошение сачком по траве, а также ловля насекомых сачком на лету. Для этого сачок берут в правую руку и, продвигаясь медленным шагом, делают им сильные взмахи по траве. Ударять надо справа налево, затем слева направо, держа обод сачка наклонно под острым углом к стеблям растений. При кошении сачком надо идти против солнца. Покосив некоторое время, надо остановиться, быстро перехватить мешок левой рукой или быстро повернуть сачок так, чтобы мешок лег на обруч и образовался перегиб. Далее, медленно передвигая левую руку к концу мешка, быстро правой рукой выбирают всех пойманных животных и помещают в морилки. Бабочек помещают в бумажные конверты.

Сбор орибатид заключается в выборке проб почвы. При помощи лопатки вырезают кусок почвы размером 100 см<sup>2</sup> и толщиной 2-3 см. Проба кладется в полиэтиленовый мешочек, этикетуется и направляется для исследования в лабораторию. Выборка клещей из пробы проводится следующими способами:

1. При ручном способе проба почвы помещается в чашки Петри, разбирается препаровальными иглами и рассматривается под лупой.
2. Кусочки почвы можно помещать также в воду и размешивать. При этом клещи всплывают на поверхность, откуда их можно снимать кисточкой и переносить в фиксирующую жидкость.

### 3.3. Методы биологического мониторинга

#### 3.3.1. Биоиндикация загрязнения атмосферы

*Изучение состояния атмосферного воздуха с помощью растений-индикаторов*

Под влиянием ухудшения качества атмосферного воздуха у отдельных особей или групп некоторых растений отмечаются различные изменения: необычная окраска листвы, опадение листвы, изменение формы роста, плотности популяции, ареала вида и т.д. Наблюдая эти изменения, можно констатировать избыточное присутствие в атмосфере какого-либо газа.

**Ход работы:** используя данные таблицы (таблица 4), определите состояние атмосферы в районе исследования.

Таблица 4 – Признаки повреждения растений под влиянием химических веществ

Воздействующий газ	Растение	Внешние признаки повреждения растений
Диоксид серы	Сосна обыкновенная	Побурение кончиков игл хвоинок
	Ель европейская	Хвоя буреет и опадает
	Ясень американский	Обширное межжилковое обесцвечивание листьев
	Папоротник (орляк обыкновенный)	Красноватый некроз по краям
	Лишайники	Массовая гибель
Фтористый водород	Пихта европейская	Цвет поврежденных участков хвои меняется от зеленого до красновато-бурого
	Гладиолус	Некротическая ткань появляется на вершине листа, а затем распространяется вниз по всей ширине листа
	Абрикос	Края листьев обесцвечиваются, узкая красно-бурая полоса отделяет отмершую часть листа от живой
Озон	Сосна Веймутова	Концы игл приобретают красновато-коричневый цвет, наблюдается крапчатость хвои
	Редис, томаты,	Погибают при избытке озона
	Табак	Появление белых и беловато-серых точек и пятен на листьях
	Картофель	Серые, металлического оттенка пятна на верхней стороне листа
	Ясень американский	Красновато-пурпурные точки на старых листьях
Аммиак	Липа сердцевидная	На нижней части листьев появляется глянцеvitость или серебристость, при значительных концентрациях листья становятся тускло-зелеными, затем бурыми и даже черными
Смог	Бегония, бобы, томаты	Погибают при образовании смога

### *Изучение степени запыленности воздуха*

Для определения количества пыли, осаждающейся из атмосферного воздуха на поверхность почвы, исследуйте запыленность листьев растений. Для эксперимента соберите зеленые части растений в различных местах: у дороги, близ жилых домов, у поверхности водоемов, в парке, близ промышленных предприятий. Для определения степени влияния промышленных предприятий на качество атмосферного воздуха опытные растения лучше брать через равные промежутки от источника загрязнения. В качестве экспериментальных образцов лучше всего брать листья, незатененные частями других растений.

#### **I способ**

**Оборудование:** клеящаяся прозрачная пленка.

#### **Ход работы:**

1. Собранные листья приложите к клеящейся прозрачной пленке.
2. Снимите пленку и той стороной, где отпечатался контур листа вместе со слоем пыли, прикрепите на белую бумагу. Подпишите место и дату сбора.
3. Повторите эксперимент при различных метеоусловиях: после дождя, во время засухи .
4. Сравните степень запыленности листьев растений различных мест обитания и влияние состояния атмосферы на качество воздуха.

#### **II способ**

**Оборудование:** емкость с водой, воронка, фильтры (по числу исследуемых растений), рамка для определения площади исследуемых листьев, весы.

#### **Ход работы:**

1. Выберите листья для эксперимента. Пометьте их бирками.
2. При помощи специально подготовленной рамки (из прозрачного материала, внутренний размер 10×20 см, разделена на квадраты 2×2 см) определите площадь исследуемых листьев, не срывая их.
3. Не срывая, осторожно и тщательно вымойте их.
4. Во время проведения эксперимента (1 и более недель) отмечайте преобладающее направление ветра. Если исследуется придорожная полоса, подсчитайте среднее количество машин, проходящих по дороге в течение часа.
5. Промаркируйте и взвесьте фильтры.
6. Через установленный период времени аккуратно и тщательно обмойте листья в емкости с водой, не срывая их. Профильтруйте воду в емкости. Обмойте емкость водой и снова профильтруйте. Высушите фильтр.
7. Измерьте массу каждого фильтра после просушивания на весах.
8. Определите массу пыли, отняв из полученной массы фильтров их первоначальную массу.
9. Вычислите количество пыли, выпавшей на 1 кв.м поверхности листы по формуле  
$$m = M_{общая} / s$$
10. Подсчитайте скорость осаждения пыли в сутки, час, минуту.
11. Сделайте вывод о степени запыленности атмосферного воздуха на исследуемой территории. Сравните с данными исследований других районов.

*Оценка состояния древостоя смешанного леса с использованием простейшей шкалы*

**Цель работы:** Оценить влияние вредных факторов на лес и собрать данные для прогнозирования дальнейших его изменений.

**Ход работы:**

Выбирают ключевой участок и закладывают пробную площадку размером в 100 м<sup>2</sup>. Определяют все виды деревьев, здесь произрастающих. По внешним признакам (с использованием шкалы визуальной оценки состояния деревьев) определяют баллы состояния отдельных деревьев каждого вида (b1, b2 и т.д.). Вычисляют средний балл состояния каждого вида деревьев по формуле:

$$K_i = \Sigma b_i / N_i ,$$

где  $K_i$  – коэффициент состояния  $i$ -го вида деревьев,

$b_i$  – баллы состояния отдельных деревьев,

$N_i$  – общее число учтенных деревьев  $i$ -го вида,

$\Sigma$  – сумма.

Коэффициент состояния лесного древостоя в целом ( $K$ ) определяется как среднее арифметическое средних баллов состояния различных деревьев на пробной площадке:

$$K = \Sigma K_i / R,$$

где  $K_i$  – коэффициент состояния  $i$ -го вида деревьев,

$R$  – число видов деревьев.

Состояние леса оценивают по следующим критериям:

$K < 1,5$  – здоровый древостой (I),

$K = 1,6-2,5$  – ослабленный древостой (II),

$K = 2,6-3,5$  – сильно ослабленный лес (III),

$K = 3,6-4,5$  – усыхающий лес (IV),

$K > 4,6$  – погибший лес (V).

Таблица 5 – Шкала визуальной оценки состояния деревьев по внешним признакам

Балл	Характеристика состояния деревьев
1	Деревья здоровые, без внешних признаков повреждения, величина прироста соответствует норме.
2	Ослабленные деревья. Крона слабоажурная, отдельные ветви усохли. Листья или хвоя часто с желтым оттенком. У хвойных деревьев на стволе сильное смолотечение и отмирание коры на отдельных участках.
3	Сильно ослабленные деревья. Крона изрежена, со значительным усыханием ветвей. Вершина сухая. Листья светло-зеленые, хвоя с бурым оттенком. Она держится 1-2 года. Листья обычно мелкие. Иногда бывают увеличены. Прирост снижен или отсутствует вовсе. Сильное смолотечение. Значительные участки коры отмерли.
4	Деревья усыхающие. Наблюдается усыхание ветвей по всей кроне. Листья мелкие, недоразвитые, бледно-зеленые с желтым оттенком. Отмечается ранний листопад. Хвоя повреждена на 60% от общего количества. Прирост отсутствует. На стволах отмечаются признаки заселения короедами и другими вредителями).
5	Сухие деревья. Крона сухая. Листьев нет. Хвоя желтая или бурая, осыпается или уже осыпалась. Кора на стволах отслаивается или отпала. Стволы заселены ксилофагами (потребителями древесины).

### 3.3.2. Биоиндикация загрязнения почв

#### *Оценка солевого загрязнения почвы по листьям липы*

Липа весьма чувствительна к загрязнению почвы солями, попадающими сюда вместе с песком в зимний период. Показателем реакции является краевой хлороз на листьях. Поэтому по величине повреждения листовых пластинок липы можно судить о степени засоления газонов.

**Цель работы:** Установить, насколько сильно засолена почва городских газонов солью, вносимой на дороги в зимний период.

#### **Ход работы:**

Исследования лучше проводить во второй половине июля (по август). При выполнении работы внимательно осматривают листья лип, растущих вдоль городских улиц. Фиксируют все повреждения листовой пластинки

по следующей шкале:

- на крае листа имеется узкая желтая полоска – первая степень загрязнения почвы (в почве отмечаются следы соли),
- сильный хлороз проявляется в виде широкой краевой полосы – вторая степень загрязнения почвы (в почве наблюдается среднее количество соли),
- обширный краевой некроз с желтой пограничной полоской – третья степень загрязнения,
- большая часть листовой пластинки отмирает – четвертая степень загрязнения (количество соли в почве крайне велико и граничит с пределами выносливости вида).

Исследуя характер повреждения листьев по городским кварталам и районам, можно построить карту засоления почв города и разработать предложения по оздоровлению почв газонов.

#### *Индикация состояния среды по частотам встречаемости фенов белого клевера*

Влияние антропогенных факторов довольно часто отражается на фенотипической структуре популяций растительных и животных организмов. Частота встречаемости некоторых фенов является биологическим индикатором воздействия, в частности, загрязнения среды.

У белого клевера, распространенного довольно широко, в качестве индикатора загрязнения среды может быть использована форма седого рисунка на листьях.

**Цель работы:** На основании изучения частоты встречаемости различных фенотипов клевера белого дать оценку загрязнения среды под влиянием выбросов промышленного предприятия.

#### **Ход работы:**

При выполнении работы в районе расположения какого-либо промышленного предприятия, оказывающего влияние на окружающую среду путем выброса в атмосферу загрязняющих веществ, подбирают участок, на котором встречается клевер белый. На этом участке, двигаясь по трансекте, исследователь

фиксирует все куртинки клевера и определяет фенотип (для этого можно воспользоваться рисунками из некоторых руководств или самому оценивать разные фенотипы, которые будут встречаться. Например, на одной куртинке на листьях клевера имеются белые полосы, расположенные в виде незамкнутых треугольников, на другой куртинке – в виде штрихов и т.д. Иногда могут наблюдаться белые пятна в основании листочков, а также пятна и штрихи на листьях. Исследователи могут сами составить атлас рисунков разных фенов и использовать их в дальнейшей работе).

Отсчеты фенов следует проводить не чаще, чем через 2-3 шага. Закончив движение по одной трансекте, меняют направление и продолжают работу. Если в какой-либо точке площадки обнаруживают два разных фена на одной куртине, то они не учитываются, поскольку здесь будет переплетение куртинок.

В ходе работы можно также фиксировать степень повреждения листовой пластинки листогрызами, отклонения формы листьев от нормы и т.д.

Данные по каждому фену заносятся в соответствующие графы таблицы.

По окончании полевых исследований рассчитывают частоты встречаемости отдельных фенов  $P_i$ , а также суммарную частоту встречаемости всех форм с рисунком (индекс соотношения фенов «ИСФ»):

$$P_i = 100 \% n_i/N,$$

$$\text{ИСФ} = 100\% (n_2 + n_3 \dots)/N,$$

где  $P_i$  – частота  $i$ -го фена,

$n_i$  – количество учтенных растений с  $i$ -м рисунком на листовой пластинке ( $n_1$  – число растений без «седого» рисунка),

$N$  – общее количество учтенных растений.

Результаты расчетов заносят в таблицу:

Таблица 6 – Результаты фенотипической диагностики пробной площадки №

Количество растений					Процент фенотипов			
Фен 1 (без рисунка)	Фен 2	Фен 3	Фен...	Всего	Фен 2	Фен 3	Фен...	ИСФ

По величине ИСФ при достаточно большом количестве пробных площадок на исследуемой территории можно выделить наиболее антропогенно нагруженные участки. На чистых территориях величина ИСФ не превышает 30%, а на загрязняемых может повышаться до 70—80%.

#### *Биоиндикация состояния почв по наличию определенных видов растений*

Растения могут служить хорошими показателями водного режима, трофности, кислотности почв, а также их загрязнения отдельными элементами. Поэтому даже по присутствию тех или иных видов растений на исследуемой территории можно получить некоторые сведения о состоянии почв.

#### Растения – индикаторы кислотности почв

Выделяют три основные группы растений по отношению к кислотности почв: ацидофилы – растения кислых почв, нейтрофилы – обитатели нейтраль-

ных почв, базифилы – растут на щелочных почвах. Обнаружив на исследуемой территории тот или иной вид растения и зная его принадлежность к одной из вышеназванных групп, можно примерно оценить кислотность почв.

Таблица 7 – Растения – индикаторы кислотности почв (по Л.Г. Раменскому, 1956, из Т.Я. Ашихминой, 1999)

Группа растений	Виды-биоиндикаторы	Кислотность почвы
Крайние ацидофилы	Сфагнум, зеленые мхи (гилокомиум, дикранум), плауны (булаво-видный, годичный, сплюснутый), ожика волосистая, пушица влагалищная, подбел многолистный, кошачья лапка, кассандра, цетрария, белоус, щучка дернистая, хвощ полевой, щавелек малый	3,0-4,5
Умеренные ацидофилы	Черника, брусника, багульник, калужница болотная, сушеница, толокнянка, седмичник европейский, белозор болотный, фиалка собачья, сердечник луговой, вейник наземный	4,5-6,0
Слабые ацидофилы	Папоротник мужской, орляк, ветреница лютичная, медуница неясная, зеленчук непарный, колокольчик крапиво-листный и широколистный, бор развесистый, осока волосистая, осока ранняя, малина, смородина черная, вероника длиннолистная, горец змеиный, иван-да-марья, кисличка заячья	5,0-6,7
Ацидофил-нейтральные	Ива козья, мох плеврозиум Шребера	4,5-7,0
Нейтрофильные	Сныть европейская, лисохвост луговой, клевер горный, клевер луговой, мыльнянка лекарственная, аистник цикутный, борщевик сибирский, мятлик луговой	6,0-7,3
Нейтрально-базофильные	Мать-и-мачеха, пупавка красильная, люцерна серповидная, келерия, осока мохнатая, лядвенец рогатый, лапчатка гусиная	6,7-7,8
Базифильные	Бузина сибирская, вяз шершавый, бересклет бородавчатый	7,8-9,0

### 3.4. Оформление протокола опытов (наблюдений)

Полученные результаты фиксируются в виде протоколов опытов. Протоколы опытов (все!) представляются в отчете по учебно-исследовательской работе. Протоколы опытов включают общую и специальную часть. В общей части протокола опыта указывается место и время проведения опыта (наблюдения). При проведении исследования в полевых условиях фиксируется и указывается в протоколе характер погоды – температура воздуха, ветер (наличие или отсутствие, направление скорость, характер – постоянный или порывистый), состояние облачности, наличие осадков, желательно указывать также сведения о давлении воздуха и влажности. При проведении исследований в водоеме –

обязательно фиксируется температуры воды. При проведении исследований в камеральных условиях фиксируется температура окружающей среды (при проведении наблюдений над водными животными – температура воды в аквариуме) и условия освещенности, желательны указывать также сведения о давлении воздуха и влажности. Примерные формы общей части протоколов опытов представлены ниже (таблицы 8 и 9).

Таблица 8 – Форма протокола полевого опыта (наблюдения)

1. Географический пункт проведения опыта (наблюдения)	с. Михали, Спасского района, Рязанской области
2. Место проведения опыта (место поимки животного)	полезащитная лесополоса, расположенная в 1.5 км к югу от с. Михали
3. Дата и время проведения опыта	13.07.2013, с 6 <sup>00</sup> до 18 <sup>00</sup>
4. Погодные условия	температура воздуха – 32° ветер – западный, 3-5 м/сек, порывистый переменная облачность без осадков давление –765 мм рт.ст. влажность – 50%

Таблица 9 – Форма протокола камерального опыта (наблюдения)

1. Географический пункт проведения опыта (наблюдения)	г. Спасск, Рязанской области
2. Дата и время проведения опыта	13.07.2013, с 6 <sup>00</sup> до 18 <sup>00</sup>
3. Условия в лаборатории	температура воздуха – 26° давление воздуха –765 мм рт.ст. влажность – 50% температура воды в аквариуме – 24° освещенность воды в аквариуме – естественная, яркий свет (аквариум выставлен на окне)

### 3.5. Приемы математической обработки результатов

На основании первичных наблюдений, зафиксированных в протоколах наблюдений и экспериментов, выявляется та или иная закономерность, которую следует выразить математически, применив простейшую статистическую обработку материала.

Чаще всего вычисляются такие параметры, как средняя величина показателя и доля исследованных объектов, несущих данный признак, выраженная в процентах (относительное число объектов). Способы вычисления этих показателей известны из курса средней школы. Например, при изучении пищи жука-



плавунца может быть определено, что средний размер потребляемых им мальков рыб составляет 35,6 мм, а при изучении встречаемости разных типов окраски какого-либо вида можно прийти к выводу, что один тип окраски характерен для 75.4% обследованных особей, второй – для 18.6% . третий – для 6.0%. Подобные значения средних величин или процентного состава рассчитываются исходя из первично полученных наблюдений и обычно включаются в итоговые таблицы.

Для характеристики некоторых показателей целесообразно использовать так называемую «моду». Мода – это значение переменной, встречающееся наиболее часто. Например, при подсчете яиц в кладках какого-то вида птиц обнаружены следующие значения этого показателя: 3, 4, 5, 4, 6, 4, 3, 4, 6, 4. При этих показателях средний размер кладки оказывается равным 4.3, а мода равна 4 (количество яиц в кладке может быть только целой величиной).

Часто оказывается целесообразным разделить исследуемые объекты на классы и определять те или иные показатели отдельно для этих классов. Примером может служить исследование распределения тлей по листьям разного размера. Другим примером является изучение количества пищевых объектов, потребленных животными разного размера, или изучение зависимости продолжительности кровососания комаров на лицах с разными группами крови. При наличии качественных различий объекты исследования распределяются по классам с большой легкостью: при изучении питания комаров на лицах с разными группами крови, объекты исследования естественно разделяются на 4 класса соответственно 4 группам крови. При наличии между объектами количественных различий при выделении классов руководствуются несколькими правилами. Во-первых, общее число выделенных классов не должно быть слишком большим, обычно выделяется 5-7 классов. Во-вторых, классовые промежутки должны быть равными. В-третьих, границы классов не должны перекрываться. Например, длина листьев растений колеблется от 30 до 77 мм, в этом случае можно выделить классы: 30 – 39 мм, 40 – 49 мм, 50 – 59 мм, 60 – 69 мм, 70-79 мм.

В ряде случаев в ходе исследования устанавливается наличие связи, или корреляции, между двумя переменными. В таком случае необходимо рассчитать коэффициент корреляции. Коэффициент корреляции ( $r$ ) между двумя переменными рассчитывается по формуле

$$r_{xy} = \frac{\sum(x_i - \bar{x}) \times (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \times \sum(y_i - \bar{y})^2}}$$

где  $x_i$  – значения переменной X;  $y_i$  – значения переменной Y;  $\bar{x}$  – среднее арифметическое для переменной X;  $\bar{y}$  – среднее арифметическое для переменной Y.

Коэффициент корреляции может быть величиной положительной, тогда корреляция между двумя переменными положительная, т.е. при увеличении значения одной переменной возрастает и вторая переменная (например, люди с большим ростом обычно характеризуются и большим весом). Коэффициент корреляции может быть величиной отрицательной, тогда корреляция между двумя переменными

отрицательная, т.е. при увеличении значения одной переменной вторая переменная уменьшается (например, при увеличении давления кислорода уменьшается скорость открывания дыхалец у насекомых)

Если абсолютная величина коэффициента корреляции меньше 0,3, то имеет место слабая корреляция между переменными, если коэффициент корреляции больше 0,3, но меньше 0,5 то имеет место умеренная корреляция, если коэффициент корреляции больше 0,5, но меньше 0,7, то корреляция оценивается как значительная, при значении коэффициента корреляции более 0,7 корреляция сильная. Если коэффициент корреляции равен 0, то какая-либо связь между признаками отсутствует.

Очень удобно выписать значение коэффициента корреляции рядом с графиком, где изображена зависимость двух переменных (на свободном поле графика пишется, например,  $r = 0,4$ ).

При проведении статистической обработки материала студент должен четко представлять себе смысл проводимой им математической операции и уметь объяснить его. В работе необходимо привести формулу, в соответствии с которой рассчитывался данный показатель (смотри также раздел 6.8.4).

### 3.6. Некоторые экологические показатели и их вычисление

Закономерности, выявленные путем наблюдений и экспериментов, часто могут быть выражены показателями, характеризующими сущность явления. Важнейшими из таких показателей является (по К.К.Фасулати, 1971):

1. Численность – это общее число особей, составляющих популяцию, это понятие употребляется для общей количественной характеристики. Для характеристики численности часто используют не реальные количественные показатели, а балльную оценку, выражающуюся терминами «редкий», «малочисленный», «обычный», «многочисленный».

2. Плотность – это среднее число особей данного вида в пересчете на единицу учета. Плотность является одним из основных показателей по учету компонентов биоценозов. Единицей учета может быть единица площади, единица объема (для водных или почвенных видов), один организм хозяина (для паразитических видов), одно растение (для вредителей растений). Показатель плотности может также рассчитываться для таких случаев, где единицей учета является время.

3. Встречаемость – показатель относительного числа проб, в которых представлен данный вид, к общему числу исследованных проб, выраженный в процентах:

$$X = (n/N) \cdot 100\%$$

где X – встречаемость животного;

n – число проб, в которых представлен данный вид;

N – общее число проб.

4. Доминирование – этот показатель определяется как отношение числа

особей данного вида к общему числу особей всех видов, обнаруженных в изучаемом биоценозе. Этот показатель выражается в процентах. Показатель доминирования (**D**) рассчитывается по формуле:

$$D = k \cdot 100 / K,$$

где **D** – показатель (индекс) доминирования;

**k** – количество особей данного вида;

**K** – суммарное количество особей всех видов.

5. Общность – показатель (индекс) общности видового состава, этот показатель определяет сходство видового состава между двумя комплексами населения, например, между населением насекомых двух лесополос. Показатель общности рассчитывается по формуле:

$$Q = a \cdot 100 / A$$

где **Q** – индекс общности (сходства) видового состава;

**a** – количество общих видов, зарегистрированных в разных условиях;

**A** – суммарное число видов для двух сравниваемых условий.

### 3.9. Общие требования к оформлению текста отчета о производственной практике

При выполнении отчета по практике с использованием компьютера необходимо придерживаться следующих правил: левое поле – 20 мм, правое – 10 мм, верхнее и нижнее – по 20 мм; шрифт – 14 пт, TimesNewRoman; межстрочный интервал в тексте – 1,5, в заголовках и графах таблиц – 1; интервал между заголовками глав и разделов и текстом – 2. Абзацный отступ – 1,25. Переносы выставляются автоматически.

**Требования к изложению текста.** Изложение содержания пояснительной записки должно быть кратким и четким. В тексте должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами или общепринятые в научно-технической литературе.

Условные буквенные обозначения величин, а также условные графические обозначения должны соответствовать требованиям государственных стандартов (это относится и к единицам измерения). Условные буквенные обозначения должны быть тождественными во всех разделах записки.

В тексте, за исключением формул, таблиц и рисунков, не допускается:

– применять математический знак минус (-) перед отрицательными значениями величин (следует писать слово «минус»);

– применять знак «Ø» для обозначения диаметра (следует писать слово «диаметр»). При указании размера или предельных отклонений диаметра на чертежах, помещенных в тексте документа, перед размерным числом следует писать знак «Ø»;

– применять без числовых значений математические знаки, например:

▪ (больше), < (меньше), =(равно), > (больше или равно), < (меньше или равно),

▪ ≠ (не равно), а также № (номер), % (процент);

– применять индексы стандартов, технических условий без регистрационного номера.

Правила печатания знаков. Знаки препинания (точка, запятая, двоеточие, точка с запятой, многоточие, восклицательный и вопросительный знаки) от предшествующих слов пробелом не отделяют, а от последующих отделяют одним пробелом.

Дефис от предшествующих и последующих элементов не отделяют.

Тире от предшествующих и последующих элементов отделяют обязательно.

Кавычки и скобки не отбивают от заключенных в них элементов. Знаки препинания от кавычек и скобок не отбивают.

Знак № применяют только с относящимися к нему числами, между ними ставят пробел.

Знаки процента от чисел отбивают.

Знак градуса температуры отделяется от числа, если за ним следует сокращенное обозначение шкалы (например, 15 °С, но 15° Цельсия).

Числа и даты. Многозначные числа пишут арабскими цифрами и разбивают на классы (например: 13 692). Не разбивают четырехзначные числа и числа, обозначающие номера.

Числа должны быть отбиты от относящихся к ним наименований (например: 25 м). Числа с буквами в обозначениях не разбиваются (например: в пункте 26). Числа и буквы, разделённые точкой, не имеют отбивки (например: 2.13.6.).

Основные математические знаки перед числами в значении положительной или отрицательной величины, степени увеличения от чисел не отделяют (например: -15, ×20).

Для обозначения диапазона значений употребляют один из способов: многоточие, тире, либо предлоги от ... до ... . По всему тексту следует придерживаться принципа единообразия.

Сложные существительные и прилагательные с числами в их составе рекомендуется писать в буквенно-цифровой форме (например: 150-летие, 30-градусный, 25-процентный).

Стандартной формой написания дат является следующая: 20.03.93 г. Возможны и другие как цифровые, так и словесно-цифровые формы: 20.03.1993 г., 22 марта 1993 г.

Все виды некалендарных лет (бюджетный, отчётный, учебный), т.е. начинающихся в одном году, а заканчивающихся в другом, пишут через косую черту: *В 1993/94 учебном году. Отчётный 1993/1994 год.*

Сокращения. Используемые сокращения должны соответствовать правилам грамматики, а также требованиям государственных стандартов.

Однотипные слова и словосочетания везде должны либо сокращаться, либо нет (например: *в 1919 году и XX веке* или *в 1919 г. и XX в.;* и другие, то есть или *и др., т.е.*).

Существует ряд общепринятых графических сокращений:

Сокращения, употребляемые самостоятельно: *и др., и пр., и т.д., и т.п.*

Употребляемые только при именах и фамилиях: *г-н, т., им., акад., д-р., доц., канд. физ.-мат.наук, ген., чл.-кор.* Напр.: *доц. Иванов И. И.*

Слова, сокращаемые только при географических названиях: *г., с., пос., обл., ул., просп.* Например: *в с. Н. Павловка, но: в нашем селе.*

Употребляемые только при цифрах: *в., вв., г., гг., до н.э., г.н.э., тыс., млн., млрд., экз., к., р.* Например: *20 млн. р., р. 20 к.*

Используемые в тексте сокращения поясняют в скобках после первого употребления сокращаемого понятия. Напр.:... *заканчивается этапом составления технического задания (ТЗ).*

В пояснительной записке следует применять стандартизованные единицы физических величин, их наименования и обозначения в соответствии с ГОСТ 8.417 или ГОСТ 8.430. В качестве обозначений предусмотрены буквенные обозначения и специальные знаки, например: *20,5 кг, 438 Дж/(кг/К), 36 °С.* При написании сложных единиц комбинировать буквенные обозначения и наименования не допускается. Наряду с единицами СИ, при необходимости, в скобках указывают единицы ранее применявшихся систем, разрешенных к применению.

**Требования к оформлению формул.** Формулы должны быть оформлены в редакторе формул *EquationEditor* и вставлены в документ как объект.

Размеры шрифта для формул:

- обычный – 14 пт;
- крупный индекс – 10 пт;
- мелкий индекс – 8 пт;
- крупный символ – 20 пт;
- мелкий символ – 14 пт.

Значения указанных символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должны быть приведены непосредственно под формулой, причём каждый символ и его размерность пишутся с новой строки и в той последовательности, в которой они приведены в формуле. Первая строка расшифровки должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него.

*Пример:*

Урожай соломы при 19 % влажности определяется по формуле:

$$Y = \frac{X(100 - B)}{81}, \quad (1)$$

где *X* – урожай соломы в поле, ц/га;

*B* – фактическая влажность соломы, %.

Все формулы нумеруются арабскими цифрами, номер ставят с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках. Нумерация формул в пределах пояснительной записки сквозная. При переносе формулы номер ставят напротив последней строки в край текста. Если формула помещена в рамку, номер помещают вне рамки против основной строки формулы.

Группа формул, объединённых фигурной скобкой, имеет один номер, помещаемый точно против острия скобки.

При ссылке на формулу в тексте её номер ставят в круглых скобках.

Например:

Из формулы (1) следует...

В конце формулы и в тексте перед ней знаки препинания ставят в соответствии с правилами пунктуации. Формулы, следующие одна за другой, отделяют запятой или точкой с запятой, которые ставят за формулами до их номера. Переносы формул со строки на строку осуществляются в первую очередь на знаках отношения ( $=$ ;  $\neq$ ;  $\geq$ ,  $\leq$  и т.п.), во вторую – на знаках сложения и вычитания, в третью – на знаке умножения в виде косога креста. Знак следует повторить в начале второй строки. Все расчеты представляются в системе СИ.

**Требования к оформлению иллюстраций.** Иллюстрации, сопровождающие работу, могут быть выполнены в виде диаграмм, графиков, чертежей, карт, фотоснимков и др. Указанный материал выполняется на формате А4, т.е. размеры иллюстраций не должны превышать формата страницы с учётом полей. Если ширина рисунка больше 8 см, то его располагают симметрично посередине. Если его ширина менее 8 см, то рисунок, как правило, располагают с краю, в обрамлении текста. Допускается размещение нескольких иллюстраций на одном листе. Иллюстрации могут быть расположены по тексту пояснительной записки, а также даны в приложении. Сложные иллюстрации могут выполняться на листах формата А3 и больше со сгибом для размещения в пояснительной записке.

Все иллюстрации нумеруются в пределах текста арабскими буквами (если их более одной). Нумерация рисунков должна быть сквозной, например, рисунок 10. Иллюстрации должны иметь, наименование и экспликацию (поясняющий текст или данные). Наименование помещают под иллюстрацией, а экспликацию над наименованием. В тексте необходимо проанализировать результаты, отображенные на рисунке, и сделать в скобках ссылку – например (рисунок 10).

При оформлении графиков оси абсцисс и ординат отображаются сплошными линиями. На концах координатных осей стрелки не ставят (рисунок 1).

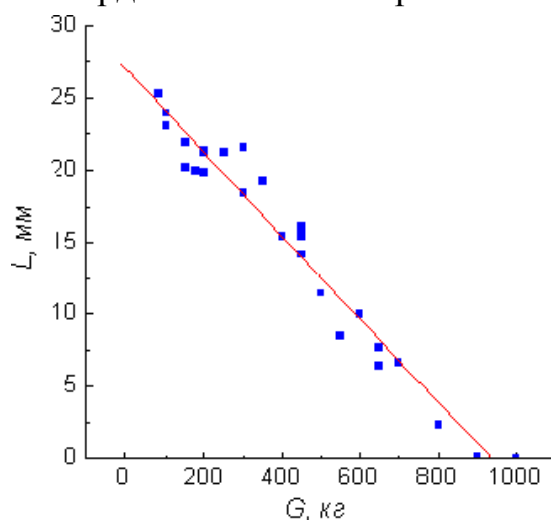


Рисунок 1 – Зависимость массы груза от линейных размеров.

Числовые значения масштаба шкал осей координат пишут за пределами

графика (левее оси ординат и ниже оси абсцисс). По осям координат должны быть указаны условные обозначения и размерности отложенных величин в принятых сокращениях. На графике следует писать только принятые в тексте условные буквенные обозначения. Надписи, относящиеся к кривым и точкам, оставляют только в тех случаях, когда их немного, и они являются краткими. Многословные надписи заменяют цифрами, а расшифровку приводят в подрисуночной подписи.

Схемы выполняют без соблюдения масштаба и пространственного расположения.

Иллюстрации должны быть вставлены в текст одним из следующих способов:

– либо командами ВСТАВКА-РИСУНОК (используемые для вставки рисунков из коллекции, из других программ и файлов, со сканера, созданные кнопками на панели рисования, автофигуры, объекты *WordArt*, а также диаграммы). При этом все иллюстрации, вставляемые как рисунок, должны быть преобразованы в формат графических файлов, поддерживаемых *Word*;

– либо командами ВСТАВКА-ОБЪЕКТ. При этом необходимо, чтобы объект, в котором создана вставляемая иллюстрация, поддерживался редактором *Word* стандартной конфигурации.

Весь иллюстративный материал называется рисунками. Нумерация рисунков сквозная, через весь текст работы. Выравнивание рисунков и подписей под ними выполняется по центру.

**Требования к оформлению таблиц.** Цифровой материал принято помещать в таблицы. Таблицы помещают непосредственно после абзацев, содержащих ссылку на них, а если места недостаточно, то в начале следующей страницы.

Ширина таблиц должна соответствовать ширине текста. Все таблицы, приводимые на одной странице, должны иметь одинаковую ширину.

Таблицы должны быть пронумерованы. Нумерация таблиц сквозная в пределах всей работы арабскими цифрами. Например:

Таблица 1 – Зависимость молекулярных соотношений  $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$  в глинистой фракции от атмосферного увлажнения (по В.А. Денисову, 1962)

Страна	Сумма годовых осадков, мм	$\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$ (в среднем)	Продолжительность сухого сезона, мес.
Судан	525	3,65	11
Гана	625-1250	2,59	8
Конго	1250-2000	2,07	3
Гвинея	2000	1,55	4

Если в таблице встречается повторяющийся текст, то при первом же по-

вторении допускается писать слово «то же», а далее кавычками ( " ). Ставить кавычки вместо повторяющихся цифр, марок, знаков, символов не допускается. Если цифровые или текстовые данные не приводятся в какой-либо строке таблицы, то на ней ставят прочерк (–). Цифры в графах таблиц располагают так, чтобы они следовали одни под другими.

Порядковые номера в таблице выравниваются по центру. Данные, приводимые во втором столбце – по левому краю, в остальных – по центру. Вертикальное выравнивание текста во строках таблицы выполняется по центру. Интервал в таблицах – одинарный, размер шрифта при необходимости 12 пт вместо 14 пт. Но в таком случае все таблицы в работе должны иметь шрифт 12 пт.

При переносе таблицы на другой лист заголовки помещают над первой частью, над последующими пишут надписи «Продолжение таблицы 1», над последней пишут «Окончание таблицы 1». Сноски к таблице печатают непосредственно под ней. При этом вторая строка таблицы с указанием порядковых номеров столбцов должна повторяться на каждой странице

#### 4. ТЕМЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ

##### 2 семестр:

1. Характеристика флоры водоемов с различным гидрологическим режимом.
2. Типы повреждения деревьев и беспозвоночные, их вызывающие.
3. Специфика зоопланктона различных типов водоемов.
4. Пресноводные беспозвоночные, имеющие пищевое значение для рыб.
5. Оценка распространения численности насекомых-вредителей территории (общая или на примере конкретного вида).
6. Биология насекомых-санитаров.
7. Характеристика синантропной фауны населенного пункта.
8. Особенности видового состава ихтиоценоза в водоемах с различными физико-химическими и гидробиологическими условиями.
9. Микробиотопическое размещение земноводных. Влияние на их размещение температуры, растительного покрова, влажности.
10. Влияние механического состава субстрата и растительности на биотопическое размещение пресмыкающихся.
11. Влияние растительного покрова на пространственное размещение животных.
12. Размещение птиц и кормовые ресурсы территории.
13. Изменение фауны позвоночных (на примере птиц и млекопитающих) в результате хозяйственной деятельности.
14. Биоценотическая роль наземных животных.
15. Влияние роющей деятельности грызунов на структуру и возобновляемость фитоценозов.

##### 4 семестр:

1. Анализ биотического состава малых рек территории (выбрать разные



реки города Рязани и пригорода).

2. Формирование биогеоценозов на антропогенно преобразованных территориях (выбрать участки с различными типами преобразований).

3. Сравнительная характеристика популяций животных естественных и урбанизированных территорий.

4. Оценка устойчивости растительных сообществ при различной антропогенной нагрузке.

5. Воздействие выпаса и перевыпаса домашних животных на структуру растительного покрова.

6. Виды антропогенного загрязнения окружающей среды в городе Рязани.

7. Влияние загрязнения атмосферного воздуха на погоду и климат.

8. Анализ особенностей «городского» и «природного» почвенного покрова. Фракционный состав почв.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ

а) основная литература:

1. Ашихмина, Т.Я. Экологический мониторинг [Текст] / Т.Я. Ашихмина. - М.: Академический проект, 2008. – 653 с.

2. Экологический мониторинг техносферы: Учебное пособие [Текст]. – СПб.: Изд-во «Лань», 2012. – 368 с.

3. Животный мир России. Рязанская область [Текст] / Е. И. Хлебосолов [и др.]. – М.: Вече, 2010. – 240 с.

4. Красная книга Рязанской области. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных [Текст] / под ред. В. П. Иванчева – Рязань: Узорожье, 2011. – 312 с.

5. Красная книга Рязанской области. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды грибов и растений [Текст] / под ред. М. В. Казаковой. – Рязань: Узорожье, 2011. – 264 с.

6. Новиков, В. С. Популярный атлас-определитель. Дикорастущие растения [Текст] / В. С. Новиков, И. А. Губанов. – 3-е изд. М.: Дрофа, 2006. – 415 с.

7. Птицы Рязанской Мещеры [Текст] / под ред. Е.И. Хлебосолова. – Рязань: НП «Голос губернии», 2008. – 208 с.

б) дополнительная литература:

1. Банников А.Г. Основы экологии и охрана окружающей среды [Текст]. – М.: Высшая школа, 1999. – 623 с.

2. Казакова, М. В. Флора Рязанской области [Текст] / М. В. Казакова. – Рязань: Русское слово, 2004. – 388 с., 39 карт.

3. Максимов А.А. Природные циклы: причины повторяемости экологических процессов [Текст]. – Л.: Наука, 1989. – 236 с.

4. Мониторинг атмосферного воздуха: учебное пособие [Текст] / В.В. Тарасов, И. О. Тихонова, Н. Е. Кручинина. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2010. - 128 с.

5. Николайкин Н.И., Николайкина Н.Е., Мелехова О.П. Экология: Учебник для вузов [Текст]. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2003. – 624 с.
6. Одум Ю. Экология [Текст]. – М.: Мир, 1986. – Т. 1. – 325 с. – Т. 2. – 373 с.
7. Оценка техногенного воздействия на водные объекты с применением геоинформационных систем: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / сост. А.И. Шишкин, А.В. Елифанов, Н.С. Хуршудян, Д.В. Шаренков, И.В. Антонов, ГОУ ВПО СПбГТУРП. – СПб., 2010. – 110 с. - «КнигаФонд» (<http://knigafund.ru>) – открытый доступ.
8. Степановских А.С. Общая экология [Текст]. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 510 с.
9. Трифонова, Т.А. Прикладная экология: учебное пособие для вузов [Текст] / Т.А. Трифонова, Н.В. Селиванова, Н.В. Мищенко. – М.: Академический проект, Гаудеамус, 2007. – 384 с.
10. Фасулати, К. К. Полевое изучение наземных беспозвоночных [Текст] / К. К. Фасулати. – М. : Высшая школа, 1971. – 423 с.
11. Чернова Н.М., Былова А.М. Общая экология: Учебник для студентов вузов [Текст]. – М.: Дрофа, 2004. – 416 с.

#### **Периодические издания**

1. Экологическая экспертиза [Текст]: обзорная информация // Гл. ред. акад. Ю.М. Арский. – М., ВИНТИ; ЦЭП, 2002 – 2012. ISSN 0869-1010.
2. Экономика природопользования [Текст]: обзорная информация // Гл. ред. акад. Ю.М. Арский. – М., ВИНТИ; ЦЭП, 2002 – 2011. ISSN 1994-8336.
3. Экология: научно-теоретический журнал [Текст] / учредитель Российская Академия Наук. – М.: Наука, 2005 – 2013 г.г. ISSN 0367-0597.

#### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

Электронная библиотека elibrary – Режим доступа: <http://elibrary.ru>.

Электронная библиотека РГАТУ – Режим доступа: [http:// bibl.rgatu.ru/web](http://bibl.rgatu.ru/web).

Электронная библиотека «КнигаФонд» – Режим доступа: <http://knigafund.ru>.

РОСГИДРОМЕТ. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – Режим доступа: <http://meteorf.ru/default.aspx>

Электронная библиотека «Литера» – Режим доступа: [www.nir.ru/socio/litera.htm](http://www.nir.ru/socio/litera.htm)

Поисковая система «Академия Google» (поиск научной литературы и публикаций) – Режим доступа: <http://scholar.google.com>.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А.

### **Инструкция по технике безопасности (ТБ) при прохождении летней учебной практики по биологии**

1. К практике допускаются студенты, прошедшие инструктаж по ТБ, годные по состоянию здоровья и сделавшие необходимые прививки (от клещевого энцефалита, столбняка и др.).

2. Практика является одной из форм учебного процесса. Во время прохождения практики студенты находятся под непосредственным руководством преподавателей.

3. Во время прохождения практики, как в лабораториях, так и при передвижении по маршруту экскурсии (пешком или на транспорте) необходимо соблюдать дисциплину, внутренний распорядок и правила дорожного движения. Необходимо быть внимательным при движении по бездорожью.

4. На экскурсии студенты не должны отставать от группы и выходить из поля зрения преподавателя.

5. Запрещается самовольная отлучка студентов с мест прохождения практики.

6. Запрещается употреблять спиртные напитки, наркотические средства и пить сырую воду из природных водоемов.

7. Во время экскурсий студенты должны быть одеты соответственно погоде и маршруту экскурсии (полевая форма одежды, непромокаемая обувь). Для предотвращения солнечного удара в жаркие часы необходимо носить головной убор. В целях предохранения от укусов змей, механических повреждений (осколками стекла, колючками растений и т.п.) и травм во время передвижения по пересеченной местности не рекомендуется ходить в легкой открытой обуви. Ходить босиком запрещено.

8. Студенты обязаны строго соблюдать правила личной гигиены и санитарии, поддерживать порядок и чистоту в лабораториях. Запрещается приносить и употреблять напитки и пищу в лабораториях.

9. Студенты обязаны поддерживать чистоту и порядок на своем рабочем месте, сохранять в чистоте и исправности оборудование и снаряжение, бережно относиться к книгам и методическим пособиям.

10. Особую осторожность необходимо проявлять при пользовании острыми и режущими предметами и инструментами (скребки, скальпели, препаровальные иглы, покровные стекла и др.). Использовать их не по назначению и без необходимости запрещается. Запрещается собирать осколки стекла голыми руками: только веником, щеткой и совком.

11. Студенты обязаны соблюдать осторожность при работе с ядовитыми, летучими и огнеопасными веществами (эфир, хлороформ, формалин, спирт и др.). Работа с ними допускается лишь в хорошо проветриваемых помещениях. Следует избегать продолжительных контактов этих веществ с кожными покровами. При попадании их в глаза, следует немедленно промыть глаза чистой водой и обратиться за медицинской помощью.

12. О каких-либо недомоганиях студент должен немедленно сообщать преподавателю или руководителю практики.

13. При получении небольших травм (царапин, ссадин и т.д.) следует немедленно применить обеззараживающие средства и наложить повязку или пластырь.

14. В случае получения студентом опасных травм следует немедленно заявить об этом преподавателю и оказать первую медицинскую помощь (доврачебную).

15. Купание без разрешения преподавателя категорически запрещено. Запрещено купание в незнакомых местах, при недомоганиях или в нетрезвом виде. Производить купание можно группами не менее трех человек, при этом следует остерегаться скрытых в воде свай, камней, коряг и др. предметов, представляющих опасность для здоровья, а также течений и плавсредств. Запрещается заплывать далеко от береговой черты и нырять с мостов и др. объектов.

16. Изучение фауны водоемов производится без входа в воду, с пологого берега в местах, где малая глубина гарантирует от несчастного случая. Запрещается собирать образцы фауны с мостов, мостков, лодок, волноломов или отвесных стенок гидротехнических и других сооружений, расположенных над глубокими местами.

17. При сборе наземной фауны запрещается работать под линиями электропередач, возле трансформаторных будок или других потенциально опасных объектов. Запрещается взбираться на деревья, столбы и различные сооружения или спускаться в колодцы, шахты и подобные объекты.

18. Во время экскурсий и в лабораториях запрещается пробовать на вкус или есть дикорастущие ягоды, растения, грибы. Запрещается трогать растение *Борщевик дальневосточный*, вызывающий сильные ожоги. Беспозвоночных животных, которые могут укусить (например, личинки жука плавунца), ядовитых (гладыши, осы и др.) или выделяющих неприятные вещества (кивсак) следует брать только пинцетом. Запрещается разорять гнезда ос, тревожить змей (в Рязанской области ядовитые змеи представлены *Гадюкой обыкновенной*) или контактировать с животными, являющимися переносчиками опасных заболеваний. В случае укуса змеи необходимо сразу оказать первую медицинскую помощь и доставить пострадавшего в медицинское учреждение. Для защиты от кровососущих насекомых и иксодовых клещей перед выходом на экскурсию рекомендуется обработать одежду репеллентами. Каждые два часа следует осматривать одежду и кожу на предмет обнаружения и удаления клещей. Ранку обрабатывают раствором йода или спирта. Пострадавший от укуса должен наблюдать за своим здоровьем не менее месяца, и в случае недомогания обратиться к врачу.

17. Все студенты обязаны выполнять «Инструкцию о соблюдении мер пожарной безопасности в служебных помещениях, аудиториях (лабораториях) университета». В том числе Инструкция запрещает курение в учебных корпусах, пользование открытым огнем без специального разрешения. Запрещается также: оставлять без присмотра включенное электрооборудование; использо-

вать неисправное, незарегистрированное электрооборудование и обогреватели; приносить и хранить легковоспламеняющиеся жидкости, пожароопасные и взрывчатые вещества и материалы; использовать пожарный инвентарь не по назначению. Запрещается касаться оголенных проводов.

18. Запрещено разводить без разрешения преподавателя костры.

19. Студенты, заметившие неисправность в оборудовании, сооружениях, угрожающие здоровью или безопасности людей, обязаны немедленно сообщить об этом преподавателю.

20. В аварийных или экстремальных ситуациях следует вести себя выдержанно и, главное, без паники.

21. При возникновении каких-либо вопросов, необычных ситуаций следует обращаться к преподавателю.

22. За несоблюдение правил ТБ обучающемуся может быть отказано в дальнейшем прохождении практики.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Образец задания на учебную практику  
(практику по получению первичных профессиональных умений и навыков)

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»**

**ФАКУЛЬТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОТЕХНОЛОГИИ  
КАФЕДРА ЗООТЕХНИИ И БИОЛОГИИ**

### ЗАДАНИЕ НА УЧЕБНУЮ ПРАКТИКУ (ПРАКТИКУ ПО ПОЛУЧЕНИЮ ПЕРВИЧНЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ УМЕНИЙ И НАВЫКОВ)

Студенту \_\_\_\_\_.

Обучающемуся по направлению подготовки 06.03.01 Биология

Место прохождения практики ФГБОУ ВО РГАТУ

Цель работы: \_\_\_\_\_

Примерная схема и методика исследований:

1. \_\_\_\_\_ ;
2. \_\_\_\_\_ ;
3. \_\_\_\_\_ .

Руководитель практики от Университета \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Дата выдачи задания \_\_\_\_\_

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_

(дата, подпись обучающегося)

ПРИЛОЖЕНИЕ В  
Образец титульного листа отчета

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

ФАКУЛЬТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОТЕХНОЛОГИИ

ОТЧЕТ  
О ПРОХОЖДЕНИИ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ  
(ПРАКТИКИ ПО ПОЛУЧЕНИЮ ПЕРВИЧНЫХ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ УМЕНИЙ И НАВЫКОВ)

---

(фамилия, имя, отчество обучающегося)

Курс \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_

Направление подготовки 06.03.01 Биология

Направленность (профиль) программы «Биоэкология»

Сроки практики: \_\_\_\_\_

Место прохождения практики:

ФГБОУ ВО РГАТУ, кафедра зоотехнии и биологии, 390035, г. Рязань,  
ул. Черновицкая, 54

---

Руководитель практики от Университета: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/

Отчёт подготовлен: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

Рязань 20\_\_

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

### Стандартный бланк геоботанического описания

#### Стандартный бланк полного геоботанического описания

Описание №: \_\_\_\_\_ 19 г.

Величина пробной площади: \_\_\_\_\_

Название ассоциации: \_\_\_\_\_

Географическое положение: \_\_\_\_\_

Общий характер рельефа: \_\_\_\_\_

Микрорельеф: \_\_\_\_\_

Поверхностная горная порода: \_\_\_\_\_

Почва (название, хар-ка горизонтов): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Условия увлажнения и глубина залегания грунтовых вод: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Окружение: \_\_\_\_\_

Влияние человека и животных: \_\_\_\_\_

Мертвая подстилка (состав, мощность, степень покрытия, характер распределения): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

#### Ярусы

№	Название яруса	Высота, м.	Господствующие виды

#### Древостой

Степень сомкнутости крон: \_\_\_\_\_

Формула состава древостоя: \_\_\_\_\_

№	Порода	Ярус	Возраст	Высота, м	Диаметр стволов		Кол-во стволов	Бонитет	Н кр.*
					преоблад.	шах			

Примечание: Н кр. - высота прикрепления крон (м.)





### Возобновление (всходы и подрост)

Степень сомкнутости: \_\_\_\_\_

№	Порода	Высота	Возраст	Обилие	Происхождение	Характер размещения

### Подлесок (кустарниковый ярус)

Степень сомкнутости: \_\_\_\_\_

№	Порода	Высота	Обилие	Фенофаза

Характер распределения подлеска: \_\_\_\_\_

### Травяно-кустарничковый покров

Степень проективного покрытия (%): \_\_\_\_\_

Задернованность (истинное покрытие): \_\_\_\_\_

Аспект: \_\_\_\_\_

### СПИСОК ВИДОВ:

№	Вид растения	Ярус	Обилие	Проективное покрытие	Фенофаза	Характер размещения

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д.

### Рекомендации по оформлению списка использованных источников

Список использованных источников является обязательной составной частью отчета и показывает умение студента применять на практике знания, полученные при изучении соответствующих учебных дисциплин, а также характеризует степень изученности проблемы.

В список включаются библиографические сведения об использованных при подготовке работы источниках. Обязательно надо включить источники из электронной библиотеки ФГБОУ ВО РГАТУ.

Основу списка использованных источников должны составлять научные статьи, авторефераты диссертаций, монографии. Могут быть приведены справочники, экологические и природоохранные ГОСТы и законы. Учебники в список использованных источников включать запрещается.

Рекомендуется включать в список также библиографические записи на цитируемые в тексте работы документы и источники статистических сведений.

В работах ретроспективного или обзорного характера возникает необходимость упоминания того или иного издания. В том случае, если в список включаются библиографические сведения об изданиях, с которыми читатель непосредственно незнакомился, в библиографической записи указывается источник сведений, из которого взяты данные об издании (по форме: «Цит. по ...» или «Приводится по ...»).

Составление списка – длительный процесс, начинающийся с момента определения темы работы. Необходимо сразу начать вести личную библиографическую картотеку (удобнее – на отдельных карточках или в отдельном электронном документе), выписывая из каталогов, картотек, библиографических пособий, списков в изданиях все источники, которые имеют отношение к теме. При ознакомлении с каждым источником библиографические данные проверяются и уточняются. Цитаты, фактические, статистические и иные сведения выписываются с точным указанием страниц.

Все библиографические сведения необходимо приводить по правилам, предусмотренным действующими государственными стандартами.

Сведения о книгах (монографии, учебники, справочники и т.п.) должны включать: фамилию и инициалы автора (авторов), название книги, город, издательство, год издания, количество страниц.

При наличии трех и более авторов допускается указывать фамилию и инициалы только первого из них и слова «и др.». Наименование места издания необходимо приводить полностью в именительном падеже, допускается сокращение названия только двух городов – Москва (М.) и Санкт-Петербург (СПб.).

Сведения о статье из периодического издания должны включать: фамилию и инициалы автора, заглавие статьи, наименование издания (журнала), наименование серии, год выпуска, том, номер издания (журнала), страницы, на которых помещена статья.

Сведения о стандарте должны включать: обозначение и наименование стандарта.

*Примеры:*

***Книги одного, двух, трех авторов***

1. Коренман, И. М. Фотометрический анализ: Методы определения органических соединений [Текст]/ И. М. Коренман. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1975. – 359 с.

2. Энтелис, С. Г. Кинетика реакций в жидкой фазе: Количеств, учет влияния среды [Текст]/ С. Г. Энтелис, Р. П. Тигер. – М.: Химия, 1973. – 416 с.

3. Фиалков, Н. Я. Физическая химия неводных растворов [Текст]/ Н. Я. Фиалков, А. Н. Житомирский, Ю. Н. Тарасенко. – Л.: Химия. Ленингр. отделение, 1973. – 376 с.

4. Flanaut, J. Les elements des terres rares [Текст] / J. Flanaut. – Paris: Masson, 1969. – 165 p.

***Книги четырех и более авторов, а также сборники статей***

5. Комплексные соединения в аналитической химии: Теория и практика применения [Текст] / Ф. Умланд, А. Янсен, Д. Тириг, Г. Вюнш. – М.: Мир, 1975. – 531 с.

6. Обеспечение качества результатов химического анализа [Текст]/ П. Буйташ, Н. М. Кузьмин, Л. Лейстнер и др. – М.: Наука, 1993. – 165 с.

7. Аналитическая химия и экстракционные процессы: Сб. ст. [Текст]/ Отв. ред. А. Т. Пилипенко, Б. И. Набиванец. – Киев: Наук, думка, 1970. – 119 с.

8. Experiments in materials science [Текст] / E.C. Subbarac, D. Chakravorty, M.F. Merriam, V. Raghavan. – New York a.c: McGraw-Hill, 1972. – 274 p.

***Статьи из журналов и газет***

9. Чалков, Н.Я. Химико-спектральный анализ металлов высокой чистоты [Текст]/ Н.Я. Чалков // Завод. лаб. – 1980. – Т. 46. – № 9. – С. 813-814.

10. Козлов, Н. С. Синтез и свойства фторосодержащих ароматических азометинов [Текст]/ Н. С. Козлов, Л. Ф. Гладченко // Изв. АН БССР. Сер.хим. наук. – 1981. – № 1. – С. 86-89.

11. Марчак, Т.В. Сорбционно-фотометрическое определение микроколичеств никеля [Текст]/ Т. В. Марчак, Г. Д. Брыкина, Т. А. Белявская // Журн. аналит. химии. – 1981. – Т. 36. – № 3. – С. 513-517.

12. Определение водорода в магнии, цирконии, натрии и литии на установке С2532 [Текст]/ Е. Д. Маликова, В. П. Велюханов, Л. С. Махинова, Л. Л. Кунин // Журн. физ. химии. – 1980. – Т. 54. – Вып. 11. – С. 2846-2848.

13. Иванов, Н. Стальной зажим: ЕС пытается ограничить поставки металла из России [Текст]/ Николай Иванов // Коммерсантъ. – 2001. – 4 дек. – С. 8.

14. Mukai, K. Determination of phosphorus in hypereutectical aluminium-silicon alloys [Текст] / K. Mukai // Talanta. – 1972. – Vol. 19. – № 4. – P. 489-495.

#### ***Статья из продолжающегося издания***

15. Живописцев, В. П. Комплексные соединения тория с диантипирилметаном [Текст]/ В. П. Живописцев, Л. П. Пятосин // Учен. зап.– Пермь: изд-во Перм. ун-та, 1970. – № 207. – С. 184-191.

#### ***Статьи из неперiodических сборников***

16. Любомилова, Г. В. Определение алюминия в тантало-ниобиевых минералах [Текст]/ Г. В. Любомилова, А. Д. Миллер // Новые метод. исслед. по анализу редкоземельн. минералов, руд и горн. пород. – М., 1970. – С. 90-93.

17. Маркович, Дж. Ассоциация солей длинноцепочечных третичных аминов в углеводородах [Текст]/ Дж. Маркович, А. Кертеc // Химия экстракции: Докл. Межд. конф., Гетеборг, Швеция, 27 авг. – 1 сент. 1971. – М., 1971. – С. 223-231.

#### ***Диссертация***

18. Ганюхина, Т. Г. Модификация свойств ПВХ в процессе синтеза: Дис.канд. хим. наук: 02.00.06 [Текст]/ Т. Г. Ганюхина. – Н. Новгород, 1999. – 109 с.

#### ***Автореферат диссертации***

19. Балашова, Т. В. Синтез, строение и свойства бипиридилных комплексов редкоземельных элементов: Автореф. дис. канд. хим. наук: 02.00.08 [Текст]/ Т. В. Балашова. – Н. Новгород, 2001. – 21 с.

### ***Депонированные научные работы***

20. Крылов, А. В. Гетерофазная кристаллизация бромида серебра [Текст]/ А. В. Крылов, В. В. Бабкин; Редкол. «Журн. прикладной химии». – Л., 1982. – 11 с. – Деп. в ВИНТИ 24.03.82; № 1286-82.

21. Кузнецов, Ю.С. Изменение скорости звука в холодильных расплавах [Текст]/ Ю. С. Кузнецов; Моск. хим.-технол. ин-т. – М., 1982. – 10 с. – Деп. в ВИНТИ 27.05.82; № 2641.

### ***Патентные документы***

22. А.с. 1007970 СССР, МКИ4 В 03 С 7/12, А 22 С 17/04. Устройство для разделения многокомпонентного сырья [Текст]/ Б. С. Бабакин, Э. И. Каухчешвили, А. И. Ангелов (СССР). – № 3599260/28-13; Заявлено 2.06.85; Опубл. 30.10.85, Бюл. № 28. – 2 с.

23. Пат. 4194039 США, МКИЗ В 32 В 7/2, В 32 В 27/08. Multi-layerpolyolefinshrinkfilm[Текст]/ W.B. Muelier; W.R. Grace&Co. – № 896963; Заявлено 17.04.78; Опубл. 18.03.80. – 3 с.

24. Заявка 54-161681 Япония, МКИ2 В 29 D 23/18. Способ изготовления гибких трубок [Текст]/ ЙосиакиИнаба; К.К. ТоеКасэй. – № 53-69874; Заявлено 12.06.78; Опубл.21.12.79. – 4 с.

### ***Стандарт***

25. ГОСТ 10749.1-80. Спирт этиловый технический. Методы анализа. – Взамен ГОСТ 10749-72; Введ. 01.01.82 до 01.01.87[Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 4 с.

26. Отчет о НИР. Проведение испытания теплотехнических свойств камеры КХС-2 – 12-ВЗ: Отчет о НИР (промежуточ.) / Всесоюз. заоч. ин-т пищ. пром-сти (ВЗИПП); Руководитель В. М. Шавра[Текст]. – ОЦО 102ТЗ; Кг ГР 80057138; Инв.№Б119699. – М., 1981. – 90 с.

### ***Электронные ресурсы***

27. Кубракова, О. М. – Электрон.текстовые дан. (1 файл). – Томск, 2004. – Режим доступа: <http://www.lib.tru.ru/fullex/m/2004/m26.pdf>, свободный. – Загл. с экрана.

28. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]/Центр информ. Технологий РГБ; ред. Власенко Т.В.; Web-мастер Козлова Н.В. – Электрон. Дан. – М.: Рос.гос. б-ка, 1977. – Режим доступа: <http://www.rsb.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

### *Реферат из реферативного журнала*

29. [Реферат]// Химия: РЖ. – 1981. – № 1, вып. 19С – С. 38 (1 С138). Реф. ст.: Richardson, S. M. Simulation of injection moulding / S.M. Richardson, H. J. Pearson, J.R.A. Pearson// Plast and Rubber: Process. – 1980. – Vol. 5, № 2. – P. 55-60.

– Необходимо представлять единый список литературы к работе в целом. В этом случае каждый источник упоминается в списке один раз, вне зависимости от того, как часто на него приводится ссылка в тексте работы.

– Литературные источники необходимо располагать валфавитномпорядке без разделения по видовому признаку издания (например: книги, статьи, законы, электронные издания и др.).

– Произведения одного автора расставляются в списке по алфавиту заглавий или по годам публикации, в прямом хронологическом порядке (такой порядок группировки позволяет проследить за динамикой взглядов определенного автора на проблему).

– Начинается список с работ ученых на русском языке, после них в соответствии с латинским алфавитом в список включаются работы на иностранных языках.

– Затем все библиографические записи в списке последовательно нумеруются.

– Списокдолжен включать не менее 30 библиографических источников.

–

### **Оформление ссылок в тексте работы**

Библиографические ссылки употребляют:

– при цитировании;

– при заимствовании положений, формул, таблиц, иллюстраций;

– при необходимости обращения к другому изданию, где более полно изложен вопрос.

Внутритекстовые ссылки размещаются непосредственно в строке после текста, к которому относятся. Оформляются в скобках с указанием номера в списке литературы, например [31]. Могут быть приведеныссылки на несколько работ одного или разных авторов[12-17, 19].

Возможные примеры ссылок на литературные источники в выпускной квалификационной работе:«Как сообщают И.В. Ивашов[17], Л.Н. Пан [36],...»; «Согласно исследованиям В.В. Добровольского [15]...»;«Работы А.Д. Жигали-

на [7, 8] свидетельствуют о...»; «Изучая особенности циркуляции экотоксикантов, Л.А. Головлева [3] пришла к выводу, что ...»; «Авторами (Ю.Г. Жуковский, А.Г. Фарцейгер и др. [11]) определена высокая токсичность фосфорорганических пестицидов для голубей...»; «А.А. Петров [13] при проведении экспериментов получил результаты, не соответствующие данным И.П. Смирнова [17]...».

При цитировании работ ученых, законодательных актов и других источников кавычки не ставятся. При составлении обзора литературы возможно использование текста из разных работ без употребления вводных фраз, приведенных в предыдущем абзаце. В итоге должен получиться связный текст, характеризующий степень изученности определенного вопроса.

Цифра в квадратных скобках обозначает номер источника в списке использованных источников.



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**ИМЕНИ П. А. КОСТЫЧЕВА»**

**Факультет ветеринарной медицины и биотехнологии**  
**Кафедра зоотехнии и биологии**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
**ПО ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКЕ**  
**(ПРАКТИКЕ ПО ПОЛУЧЕНИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ УМЕНИЙ**  
**И ОПЫТА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ)**

Для бакалавров направления подготовки  
06.03.01 Биология, профиль «Биоэкология»

Рязань, 2019

Методические указания составлены с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология, утвержденного Министерством образования и науки Российской Федерации 07 августа 2014 года, приказ № 944.

Разработчик:

доцент кафедры зоотехнии и биологии, к.б.н. Г. В. Уливанова

Рецензенты:

генеральный директор общества с ограниченной ответственностью «Мещерский научно-технический центр» Т.К. Беликова;  
директор федерального государственного бюджетного учреждения «Окский государственный природный биосферный заповедник», Ю.М. Маркин.

В методические указания включены этапы прохождения производственной практики (практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности), а также требования к оформлению отчетной документации (отчета, дневника, сопроводительных материалов) и презентации к докладу.

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры зоотехнии и биологии 30 августа 2019 года, протокол № 1.

Заведующий кафедрой зоотехнии и биологии



И. Ю. Быстрова

Методические указания одобрены учебно-методической комиссией по направлению подготовки 06.03.01 Биология, протокол № 1 от «30» августа 2019 г.

Председатель учебно-методической комиссии



О. А. Федосова

## СОДЕРЖАНИЕ

Цель и задачи производственной практики, место в учебном процессе .....	4
Этапы производственной практики и структура отчета .....	8
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Образец оформления титульного листа отчета.....	13
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Образец оформления титульного листа дневника.....	12
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Структура дневника производственной практики .....	15
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Рекомендации по оформлению списка использованной литературы .....	16
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Общие требования к оформлению текста отчета о производственной практике .....	20
ПРИЛОЖЕНИЕ Е. Образец задания на производственную практику (практику по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности).....	25
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж. Образец рабочего графика(плана) проведения практики	26

## **ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ, МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

### **1. Цели производственной практики**

Производственная практика (практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности) проводится в целях получения профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности для закрепления и углубления теоретических знаний, полученных по профильным дисциплинам, подробного изучения прикладных аспектов экологии, приобретения практических навыков и компетенций, а также опыта самостоятельной профессиональной деятельности в определении состояния экосистем и их отдельных компонентов (воды, воздуха, почвы, популяций, биоценозов), знакомство с производственной экологической и природоохранной деятельностью различных организаций.

**Объектами профессиональной деятельности** выпускников, освоивших программу бакалавриата, являются:

- биологические системы различных уровней организации; процессы их жизнедеятельности и эволюции;
- биологические, биоинженерные, биомедицинские, природоохранные технологии, биологическая экспертиза и мониторинг, оценка и восстановление территориальных биоресурсов и природной среды.

### **2. Задачи производственной практики**

- получение профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности;
- закрепление и углубление теоретических знаний, полученных по профильным дисциплинам для интерпретации полученной информации о состоянии экосистем, экологического моделирования и прогнозирования, оценки состояния среды и биоресурсов;
- приобретение практических навыков и компетенций, а также опыта самостоятельной профессиональной деятельности в определении состояния экосистем и их отдельных компонентов;
- знакомство с деятельностью организаций в области экологического мониторинга и охраны окружающей среды, оборудованим, необходимым для оценки состояния окружающей среды;
- получение навыков составления научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт и пояснительных записок, умения излагать и критически анализировать получаемую информацию и представлять результаты полевых и лабораторных биологических исследований, использования основных способов математической обработки экологической информации, подготовки ее к анализу и оформления результатов изучения научной информации;
- формирование самостоятельного экологического мышления, умения применять на практике методы управления в сфере биологических и биомедицинских производств, мониторинга и охраны природной среды, природополь-

зования, восстановления и охраны биоресурсов, планировать и осуществлять природоохранные мероприятия, решать правовые экологические задачи;

– квалифицированное применение теоретических знаний по применению универсальных пакетов прикладных компьютерных программ для работы с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях, поиска научно-биологической информации и при создании базы экспериментальных биологических данных.

**Профессиональные задачи:**

**научно-исследовательская деятельность:**

- научно-исследовательская деятельность в составе группы;
- подготовка объектов и освоение методов исследования;
- участие в проведении лабораторных и полевых биологических исследований по заданной методике;
- выбор технических средств и методов работы, работа на экспериментальных установках, подготовка оборудования;
- анализ получаемой полевой и лабораторной биологической информации с использованием современной вычислительной техники;
- составление научных докладов и библиографических списков по заданной теме; участие в разработке новых методических подходов;
- участие в подготовке научных отчетов, обзоров, публикаций, патентов, организации конференций.

**организационная и управленческая деятельность:**

- участие в планировании и проведении мероприятий по охране природы, оценке и восстановлении биоресурсов, управлении природопользованием и его оптимизации;
- участие в организации полевых и лабораторных работ, семинаров, конференций;
- участие в составлении сметной и отчетной документации;
- обеспечение техники безопасности;

**информационно-биологическая деятельность:**

- работа со справочными системами, поиск и обработка научно-биологической информации, участие в подготовке и оформлении отчетов и патентов.

**3. Вид и тип практики**

**Вид практики:** производственная.

**Тип практики:** по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности.

**Способ проведения практики:** стационарная, выездная, выездная (полевая).

**Форма проведения практики:** дискретно.

**4. Место производственной практики в структуре ООП**

Б2.В.02(П) Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности) относится к блоку 2 «Практики».

На производственной практике используются знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин «Прикладная экология», «Экологический аудит», «Экологические проблемы России». Знания, умения и навыки, полученные во время прохождения производственной практики, необходимы для изучения дисциплин «Экосистемная экология», «Основы экологического проектирования».

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья имеется возможность выбора мест прохождения практики с учетом состояния их здоровья, требований по доступности и рекомендации медико-социальной экспертизы, а также индивидуальной программы реабилитации инвалида относительно рекомендованных условий и видов труда.

При направлении инвалида и обучающегося с ограниченными возможностями здоровья в организацию или предприятие для прохождения предусмотренной учебным планом практики Университет согласовывает с организацией (предприятием) условия и виды труда с учетом рекомендаций медико-социальной экспертизы и индивидуальной программы реабилитации инвалида. При необходимости для прохождения практик могут создаваться специальные рабочие места в соответствии с характером нарушений, а также с учетом профессионального вида деятельности и характера труда, выполняемых студентом-инвалидом трудовых функций.

Студенту с ограниченными возможностями здоровья необходимо написать заявление с приложением всех подтверждающих документов о необходимости подбора места практики с учетом его индивидуальных особенностей.

Кафедра и/или факультет должны своевременно информировать организацию (минимум за 3 месяца до начала практики) о необходимости подбора места практики студенту с ограниченными возможностями здоровья в соответствии с его программой подготовки (специальностью) и индивидуальными особенностями.

### **5. Место и время проведения производственной практики**

Обучающиеся проходят производственную практику в Окском биосферном заповеднике, заказниках, природоохранных организациях, службах экологического мониторинга на предприятиях, экологических и радиологических отделах организаций санитарно-эпидемиологического и ветеринарно-санитарного контроля, Министерстве природных ресурсов, ООО «ФОРТ», в лабораториях кафедры зоотехнии и биологии, научном центре лабораторных исследований ФГБОУ ВО РГАТУ. Время проведения – 6 семестр, июнь, июль, 8 недель.

## 6. Перечень планируемых результатов обучения при прохождении производственной практики, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате прохождения производственной практики обучающийся должен приобрести следующие практические навыки, умения, знания для формирования компетенций:

Код	Формулировка компетенции	Планируемые результаты
ПК-1	способностью эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ	Знать оборудование, необходимое для оценки состояния окружающей среды
		Уметь интерпретировать полученную информацию о состоянии экосистем
		Иметь навыки (владеть) решения прикладных задач экологии, экологического моделирования и прогнозирования, методы оценки состояния среды и биоресурсов
ПК-2	способностью применять на практике приемы составления научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт и пояснительных записок, излагать и критически анализировать получаемую информацию и представлять результаты полевых и лабораторных биологических исследований	Знать основные способы математической обработки экологической информации, подготовки ее к анализу и способы оформления научной экологической информации
		Уметь использовать надлежащим образом методики экологических исследований и организации природоохранных мероприятий
		Иметь навыки (владеть) демонстрации экологических знаний и умений, владение приемами работы с информационными технологиями с целью решения научных экологических задач
ПК-6	способностью применять на практике методы управления в сфере биологических и биомедицинских производств, мониторинга и охраны природной среды, природопользования, восстановления и охраны биоресурсов	Знать правовые основы исследовательских работ и законодательства РФ в области охраны природы и природопользования, нормы в сфере взаимоотношений «человек – общество – природа»
		Уметь применять полученные знания в учебной и профессиональной деятельности; использовать их в планировании и реализации природоохранных мероприятий
		Иметь навыки (владеть) решения правовых экологических задач, применения результатов оценки состояния экосистем для планирования мероприятий по восстановлению их потенциала
ПК-8	способностью использовать основные технические средства по-	Знать универсальные пакеты прикладных компьютерных программ

Код	Формулировка компетенции	Планируемые результаты
	иска научно-биологической информации, универсальные пакеты прикладных компьютерных программ, создавать базы экспериментальных биологических данных, работать с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях	<p data-bbox="675 259 1485 409">Уметь работать с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях и создавать базы экспериментальных биологических данных</p> <p data-bbox="675 409 1485 517">Иметь навыки (владеть) использования основных технических средств поиска научно-биологической информации</p>



## ЭТАПЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ И СТРУКТУРА ОТЧЕТА

Производственную практику (практику по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности) обучающиеся проходят поэтапно. Этапы практики в виде разделов отражаются в отчете и дневнике.

В отчет необходимо включить следующие разделы (таблица 2):

Таблица 2 – Структура отчета по производственной практике

Название и нумерация разделов	Количество страниц
ВВЕДЕНИЕ.....	1-2
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	10-15
2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНИЗАЦИИ.....	1-3
3. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	2-5
4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	5-8
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	1-3
ВЫВОДЫ.....	1-2
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	5-8
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	не более 10

Первая страница отчета – титульный лист – оформляется согласно образцу. Второй страницей является содержание, в котором должны быть отражены все разделы и подразделы работы в последовательности, указанной в таблице 2.

Разделы «СОДЕРЖАНИЕ», «ВВЕДЕНИЕ», «ВЫВОДЫ», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ», «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ», «ПРИЛОЖЕНИЯ» не имеют нумерации перед названием, как указано в таблице 2.

На титульном листе номер страницы не проставляется. Номера выставляются, начиная с содержания внизу, в центре. Во всей работе, включая приложения, нумерация страниц сквозная.

В содержании необходимо указать номера всех разделов и подразделов. Промежуток от названия раздела до номера страницы, указанного в содержании, должен быть заполнен точками.

Над номерами страниц в содержании надо проставить обозначение «с.».

Во **введении** надо охарактеризовать излагаются актуальность, научно-практическое значение исследований, формулируются цель и задачи работы.

Актуальность определяется в соответствии со значимостью проблемы для состояния окружающей среды и здоровья человека, включает все стороны негативного воздействия на экосистемы, в том числе антропогенного влияния на окружающую среду. Научно-практическое значение отражает новизну проводимых исследований, теоретическое обоснование предложений по совершенствованию деятельности предприятия в области охраны окружающей среды и рациональному природопользованию. При исследовании природной экосистемы или моделировании природного процесса необходимо отразить научное значение изучаемых вопросов.

Цель и задачи приводятся в конце введения. Слова «цель» и «задачи» выделяются жирным шрифтом.

**Цель**— это краткое изложение направления научных исследований. Цель реализуется благодаря последовательному решению ряда **задач**, которые отражают этапы исследований. На основании задач составляются обзор литературы, материалы и методы, результаты собственных исследований, заключение и выводы. Фактически задачи являются планом выполнения отчета.

Цели и задачи производственной практики (практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности) должны четко совпадать с индивидуальным заданием на практику.

В отчет после введения необходимо включить **обзор литературы** по проработанной во время практики проблеме, сделать ссылки на изученные источники и составить список использованной литературы. В обзоре приводится анализ результатов исследований, выполненных отечественными и зарубежными учеными за последние 10-15 лет. Это позволяет подчеркнуть значимость и новизну выполняемых студентом исследований. Для составления обзора литературы необходимо использовать статьи и резюме из научных, реферативных журналов, монографии, авторефераты кандидатских и докторских диссертаций, материалы научно-практических конференций, симпозиумов, сборники научных статей, в ограниченном количестве нормативно-техническую документацию (законы, нормы, постановления и др.). Результаты следует приводить в соответствии с поставленными в работе задачами, соблюдая хронологическую последовательность при цитировании работ исследователей. Цитируемые материалы по каждой работе должны быть изложены кратко (5-7 строк), отражать основные моменты проведенных ученым исследований. Таким образом, на странице приводится не менее 5-6 ссылок.

Каждый подраздел в обзоре литературы завершается кратким резюме, в котором обобщается основной смысл изложенного.

Например: «Таким образом, анализ работ отечественных и зарубежных исследователей показывает, что, перемещаясь от одного звена трофической цепи к другому, токсичные вещества накапливаются в тканях живых организмов и в конечном звене достигают максимальных значений в организме вершинного хищника».

**Характеристика организации.** В начале практики обучающиеся знакомятся со структурой и нормативно-правовыми документами организации. В отчет включаются следующие данные:

- 1 – полное название организации;
- 2 – юридический и фактический адрес, номер телефона и факса;
- 3 – ведомственная принадлежность;
- 4 – структура организации (руководитель организации, названия отделов и руководители и др.);
- 5 – контролирующие органы;
- 6 – организации и предприятия, для которых экологическая служба выполняет исследования и расчеты.

Студент по желанию может расширить раздел другой информацией, характеризующей деятельность организации, иллюстрировать материал таблицами и схемами.

**Материалы и методы исследований.** На практике обучающиеся должны познакомиться с описанием методик, необходимых материалов и оборудования для выполнения экологических исследований. В отчете приводятся описания отдельных методик, которые включают: материалы (объекты исследований с указанием объема и массы пробы; реактивы, применяемые в ходе проведения исследования, с указанием объема и концентрации растворов, массы сухих реактивов); лабораторное оборудование (посуда, инструменты, вспомогательные приспособления, технические средства и приборы и др.); методика исследований (последовательное описание этапов выполнения исследований).

Необходимо привести все методики, используемые в экологических исследованиях в организации, даже если практикант не принимал в их выполнении непосредственное участие. Если в организации используется большое количество методов, необходимо перечислить название всех методик, но подробное описание привести только по основным, наиболее часто используемым.

**Результаты исследований.** Все этапы проделанной в период прохождения практики работы необходимо включить в отчет, раздел «Результаты исследований». Приводится описание выполненной студентом работы: какие исследования проведены, количество экспертиз, объекты исследования, результаты проведенных лабораторных исследований. В этом разделе необходимо привести результаты исследований, проведенных в лаборатории или организации ранее (используя материалы годовых отчетов за ряд лет).

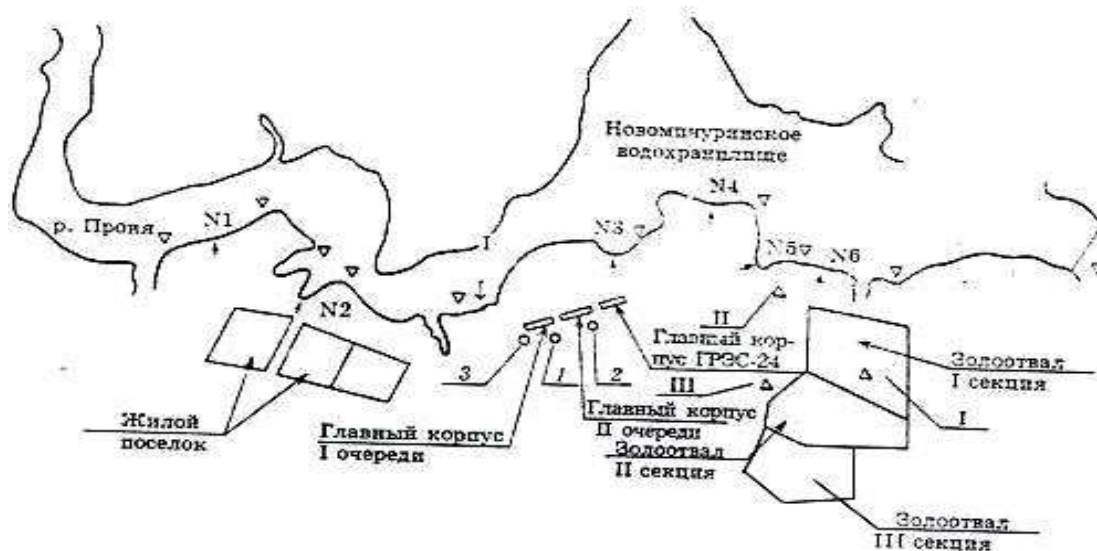
Полученные результаты обязательно иллюстрируются таблицами, схемами, графиками, фотографиями.

Примеры представления иллюстративного материала.

Для таблиц:

Таблица 2 – Название таблицы


Диаграммы, фотографии, схемы подписываются «Рисунок» и обозначаются в соответствии с образцом:



↑ - выпуски сточных и сбросных вод (№ 1 – 6);    ▽ - глубинный водозабор;  
 о – источники выброса в атмосферу; △ - места размещения и захоронения  
 отходов, I – III; ▽ - контрольные створы.

Основные источники выбросов: 1 – дымовая труба первой очереди; 2 – дымовая труба второй очереди; 3 – дымовая труба пиковой котельной.

Выпуск сточных вод: №1 – от очистных сооружений.

Места размещения и захоронения отходов: I – накопитель золошлаковых отходов; II – накопитель ванадийсодержащих шламов; III – полигон ТБО.

Рисунок 1 – Карта-схема Рязанской ГРЭС.

Нумерация таблиц и рисунков сквозная во всем тексте отчета.

После выполнения всех этапов исследований необходимо сделать **заключение** о проделанной работе. Обучающимся необходимо провести анализ выполненной работы, указать, о чем свидетельствуют результаты исследований. Сравнить произошедшие изменения за ряд лет. Продумать, с чем связано наличие загрязнений или каких-либо других изменений. Последовательность изложения результатов в заключении должна соответствовать последовательности изложения материала в разделе «Результаты исследований».

**Выводы** приводятся в тексте отчета после заключения и представляют собой результаты исследований, изложенные в краткой форме с указанием фактических числовых показателей. По существу выводы являются краткими ответами на поставленные во введении задачи. Выводы нумеруются арабскими цифрами. Выводы должны четко соответствовать поставленным задачам, указанным в индивидуальном задании и во введении отчета.

Например:

1. При исследовании проб воды из реки Трубеж на наличие тяжелых металлов обнаружены свинец – 0,01 мг, кадмий – 0,03 мг, что соответствует предельно допустимым концентрациям (или превышает в ... раз, по ситуации).

**Список использованных источников** составляется в соответствии с действующим ГОСТ (приложение Е).

**Приложения.** В период прохождения практики обучающиеся знакомятся с нормативно-технической документацией, актами выполнения исследований,

формами договоров, инструкциями и другими документами, необходимыми при проведении практической работы эколога с учетом конкретной организации. Копии изученных документов и список используемой в организации литературы по методам мониторинга и охраны природы необходимо привести в приложении.

Кроме того, в приложение можно включить фотографии постановки опытов, оборудования, объектов исследования, территорий, на которых проводился отбор проб, общего вида организации. Весь иллюстративный материал должен быть пронумерован и снабжен подписями, размещаемыми ниже фотографий. По тексту отчета необходимо в соответствующих местах сделать ссылки на приложения.

В конце отчета необходимо приложить путевку, в которой отмечены сроки пребывания обучающегося на практике. Кроме того, с места практики необходимо представить характеристику обучающегося - практиканта. Характеристика должна содержать оценку работы обучающегося на производственной практике, заверяется руководителем и печатью организации.

Отчет выполняется на листах формата А4 в печатном и электронном виде.

После титульного листа (см. приложение А) приводится содержание отчета с указанием страниц разделов.

Страницы отчета нумеруются в центре, внизу. На титульном листе номер не проставляется. Содержание имеет номер 2. Далее по всему тексту, включая приложения, нумерация сквозная.

Листы отчета подшиваются в папку-скоросшиватель.

Вместе с отчетом необходимо сдать дневник производственной практики, индивидуальное задание и график прохождения практики. В дневнике должны содержаться сведения о проведенной работе за каждый день в течение всего срока практики.

Титульный лист дневника оформляется по образцу, приведенному в приложении Б.

Дневник выполняется на листах формата А4 в печатном и электронном виде (см. приложение В).

На титульных листах отчета и дневника на подпись руководителя практики от организации необходимо поставить гербовую печать или штамп.

Срок сдачи отчета и дневника практики – первая неделя после выхода на учебу.

Студент сдает работу лаборанту кафедры для регистрации. Лаборант в специальном журнале регистрирует отчет и передает его на проверку преподавателю – руководителю производственной практики от университета.

Результаты практики обучающиеся представляют на зачетной конференции в виде устного доклада с обязательной подготовкой презентации.

**Тематика индивидуальных заданий по производственной практике (практике по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности)**

Тематика индивидуальных заданий ориентирована на научно-исследовательскую, организационно-управленческую и информационно-биологическую деятельность в соответствии с решением предусмотренных образовательной программой профессиональных задач. Индивидуальное задание конкретизируется в зависимости от места прохождения производственной практики:

1. Изучение и описание особенностей и закономерностей экологии организмов, популяций, сообществ методами натуральных наблюдений, полевых и лабораторных экспериментов.
2. Определение тенденций демографических изменений.
3. Определение характера и степени антропогенного воздействия на здоровье человека.
4. Определение характера адаптаций человека к различным условиям существования.
5. Определение соответствия деятельности предприятий различных отраслей производства установленным нормам и правилам.
6. Разработка рекомендаций по совершенствованию деятельности предприятий с позиции обеспечения экологической безопасности, сохранения природных ресурсов.
7. Проведение экологической экспертизы проектов хозяйственной деятельности.
8. Осуществление экологического мониторинга и анализа полученных данных с целью разработки рекомендаций по оптимизации природопользования и увеличения экологической безопасности.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А. Образец оформления титульного листа отчета  
МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»  
Факультет ветеринарной медицины и биотехнологии**

**ОТЧЕТ**

**о прохождении производственной практики  
(практики по получению профессиональных умений  
и опыта профессиональной деятельности)**

\_\_\_\_\_ (фамилия, имя, отчество обучающегося)

Курс \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_

Направление подготовки \_\_\_\_\_

Направленность (профиль) программы \_\_\_\_\_

Сроки практики \_\_\_\_\_

Место прохождения практики \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (указывается полностью наименование структурного подразделения Университета/  
профильной организации, а также их фактический адрес)

Руководитель практики от Университета \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
(звание, подпись, Ф.И.О.)

Руководитель практики от профильной организации \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
(должность, подпись, Ф.И.О.)

Отчет подготовлен \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
(подпись, Ф.И.О.)

Рязань 20\_\_\_\_\_

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Образец оформления титульного листа дневника  
МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П. А. КОСТЫЧЕВА»**

**Факультет ветеринарной медицины и биотехнологии  
Кафедра зоотехнии и биологии**

**ДНЕВНИК**  
**производственной практики**  
студента \_\_\_\_\_ группы  
направления подготовки 06.03.01 Биология  
Фамилия Имя Отчество (полностью, в родительном падеже)

**Руководитель практики**  
**от название организации:**  
*должность,*  
\_\_\_\_\_*ФИО (полностью)*  
подпись  
печать

**Руководитель практики**  
**от ФГБОУ ВО РГАУ:**  
*ученая степень, ученое звание,*  
*должность,*  
\_\_\_\_\_*ФИО (полностью)*  
подпись

Рязань, 201\_



## ПРИЛОЖЕНИЕ В. Структура дневника производственной практики

Дата	Проведенная работа
02.07.201__г.	Организационное собрание: инструктаж по охране труда, технике безопасности, пожарной безопасности. Изучение нормативно-технической документации экологической лаборатории, знакомство с должностной инструкцией инженера-эколога.
03.07.201__г.	Отбор проб воды в месте сброса сточных вод ООО «РНПК».
04.07.201__г.	Краткое описание выполненной в течение дня работы.
...	...
...	...
29.07.201__г.	...

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г.

### Рекомендации по оформлению списка использованных источников

Список использованных источников является обязательной составной частью отчета и показывает умение студента применять на практике знания, полученные при изучении соответствующих учебных дисциплин, а также характеризует степень изученности проблемы.

В список включаются библиографические сведения об использованных при подготовке работы источниках. Обязательно надо включить источники из электронной библиотеки ФГБОУ ВО РГАТУ.

Основу списка использованных источников должны составлять научные статьи, авторефераты диссертаций, монографии. Могут быть приведены справочники, экологические и природоохранные ГОСТы и законы. Учебники в список использованных источников включать запрещается.

Рекомендуется включать в список также библиографические записи на цитируемые в тексте работы документы и источники статистических сведений.

В работах ретроспективного или обзорного характера возникает необходимость упоминания того или иного издания. В том случае, если в список включаются библиографические сведения об изданиях, с которыми читатель непосредственно незнакомился, в библиографической записи указывается источник сведений, из которого взяты данные об издании (по форме: «Цит. по ...» или «Приводится по ...»).

Составление списка – длительный процесс, начинающийся с момента определения темы работы. Необходимо сразу начать вести личную библиографическую картотеку (удобнее – на отдельных карточках или в отдельном электронном документе), выписывая из каталогов, картотек, библиографических пособий, списков в изданиях все источники, которые имеют отношение к теме. При ознакомлении с каждым источником библиографические данные проверяются и уточняются. Цитаты, фактические, статистические и иные сведения выписываются с точным указанием страниц.

Все библиографические сведения необходимо приводить по правилам, предусмотренным действующими государственными стандартами.

Сведения о книгах (монографии, учебники, справочники и т.п.) должны включать: фамилию и инициалы автора (авторов), название книги, город, издательство, год издания, количество страниц.

При наличии трех и более авторов допускается указывать фамилию и инициалы только первого из них и слова «и др.». Наименование места издания необходимо приводить полностью в именительном падеже, допускается сокращение названия только двух городов – Москва (М.) и Санкт-Петербург (СПб.).

Сведения о статье из периодического издания должны включать: фамилию и инициалы автора, заглавие статьи, наименование издания (журнала),

наименование серии, год выпуска, том, номер издания (журнала), страницы, на которых помещена статья.

Сведения о стандарте должны включать: обозначение и наименование стандарта.

*Примеры:*

***Книги одного, двух, трех авторов***

1. Коренман, И. М. Фотометрический анализ: Методы определения органических соединений [Текст]/ И. М. Коренман. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1975. – 359 с.

2. Энтелис, С. Г. Кинетика реакций в жидкой фазе: Количеств, учет влияния среды [Текст]/ С. Г. Энтелис, Р. П. Тигер. – М.: Химия, 1973. – 416 с.

3. Фиалков, Н. Я. Физическая химия неводных растворов [Текст]/ Н. Я. Фиалков, А. Н. Житомирский, Ю. Н. Тарасенко. – Л.: Химия. Ленингр. отделение, 1973. – 376 с.

4. Flanaut, J. Les elements des terres rares [Текст] / J. Flanaut. – Paris: Masson, 1969. – 165 p.

***Книги четырех и более авторов, а также сборники статей***

5. Комплексные соединения в аналитической химии: Теория и практика применения [Текст] / Ф. Умланд, А. Янсен, Д. Тириг, Г. Вюнш. – М.: Мир, 1975. – 531 с.

6. Обеспечение качества результатов химического анализа [Текст]/ П. Буйташ, Н. М. Кузьмин, Л. Лейстнер и др. – М.: Наука, 1993. – 165 с.

7. Аналитическая химия и экстракционные процессы: Сб. ст. [Текст]/ Отв. ред. А. Т. Пилипенко, Б. И. Набиванец. – Киев: Наук, думка, 1970. – 119 с.

8. Experiments in materials science [Текст] / E.C. Subbarac, D. Chakravorty, M.F. Merriam, V. Raghavan. – New York a.c: McGraw-Hill, 1972. – 274 p.

***Статьи из журналов и газет***

9. Чалков, Н.Я. Химико-спектральный анализ металлов высокой чистоты [Текст]/ Н.Я. Чалков // Завод. лаб. – 1980. – Т. 46. – № 9. – С. 813-814.

10. Козлов, Н. С. Синтез и свойства фторосодержащих ароматических азометинов [Текст] / Н. С. Козлов, Л. Ф. Гладченко // Изв. АН БССР. Сер. хим. наук. – 1981. – № 1. – С. 86-89.

11. Марчак, Т.В. Сорбционно-фотометрическое определение микроколичеств никеля [Текст] / Т. В. Марчак, Г. Д. Брыкина, Т. А. Белявская // Журн. аналит. химии. – 1981. – Т. 36. – № 3. – С. 513-517.

12. Определение водорода в магнии, цирконии, натрии и литии на установке С2532 [Текст] / Е. Д. Маликова, В. П. Велюханов, Л. С. Махинова, Л. Л. Кунин // Журн. физ. химии. – 1980. – Т. 54. – Вып. 11. – С. 2846-2848.

13. Иванов, Н. Стальной зажим: ЕС пытается ограничить поставки металла из России [Текст] / Николай Иванов // Коммерсантъ. – 2001. – 4 дек. – С. 8.

14. Mukai, K. Determination of phosphorus in hypereutectical aluminium-silicon alloys [Текст] / K. Mukai // Talanta. – 1972. – Vol. 19. – № 4. – P. 489-495.

#### ***Статья из продолжающегося издания***

15. Живописцев, В. П. Комплексные соединения тория с диантипирилметаном [Текст] / В. П. Живописцев, Л. П. Пятосин // Учен. зап. – Пермь: изд-во Перм. ун-та, 1970. – № 207. – С. 184-191.

#### ***Статьи из неперiodических сборников***

16. Любомилова, Г. В. Определение алюминия в тантало-ниобиевых минералах [Текст] / Г. В. Любомилова, А. Д. Миллер // Новые метод. исслед. по анализу редкоземельн. минералов, руд и горн. пород. – М., 1970. – С. 90-93.

17. Маркович, Дж. Ассоциация солей длинноцепочечных третичных аминов в углеводородах [Текст] / Дж. Маркович, А. Кертес // Химия экстракции: Докл. Межд. конф., Гетеборг, Швеция, 27 авг. – 1 сент. 1971. – М., 1971. – С. 223-231.

#### ***Диссертация***

18. Ганюхина, Т. Г. Модификация свойств ПВХ в процессе синтеза: Дис. канд. хим. наук: 02.00.06 [Текст] / Т. Г. Ганюхина. – Н. Новгород, 1999. – 109 с.

#### ***Автореферат диссертации***

19. Балашова, Т. В. Синтез, строение и свойства бипиридилных комплексов редкоземельных элементов: Автореф. дис. канд. хим. наук: 02.00.08 [Текст]/ Т. В. Балашова. – Н. Новгород, 2001. – 21 с.

### *Депонированные научные работы*

20. Крылов, А. В. Гетерофазная кристаллизация бромида серебра [Текст]/ А. В. Крылов, В. В. Бабкин; Редкол. «Журн. прикладной химии». – Л., 1982. – 11 с. – Деп. в ВИНТИ 24.03.82; № 1286-82.

21. Кузнецов, Ю.С. Изменение скорости звука в холодильных расплавах [Текст]/ Ю. С. Кузнецов; Моск. хим.-технол. ин-т. – М., 1982. – 10 с. – Деп. в ВИНТИ 27.05.82; № 2641.

### *Патентные документы*

22. А.с. 1007970 СССР, МКИ4 В 03 С 7/12, А 22 С 17/04. Устройство для разделения многокомпонентного сырья [Текст]/ Б. С. Бабакин, Э. И. Каухчешвили, А. И. Ангелов (СССР). – № 3599260/28-13; Заявлено 2.06.85; Оpubл. 30.10.85, Бюл. № 28. – 2 с.

23. Пат. 4194039 США, МКИЗ В 32 В 7/2, В 32 В 27/08. Multi-layerpivolefinshrinkfilm[Текст]/ W.V. Muelier; W.R. Grace&Co. – № 896963; Заявлено 17.04.78; Оpubл. 18.03.80. – 3 с.

24. Заявка 54-161681 Япония, МКИ2 В 29 D 23/18. Способ изготовления гибких трубок [Текст]/ ЙосиакиИнаба; К.К. ТоеКасэй. – № 53-69874; Заявлено 12.06.78; Оpubл.21.12.79. – 4 с.

### *Стандарт*

25. ГОСТ 10749.1-80. Спирт этиловый технический. Методы анализа. – Взамен ГОСТ 10749-72; Введ. 01.01.82 до 01.01.87[Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 4 с.

26. Отчет о НИР. Проведение испытания теплотехнических свойств камеры КХС-2 – 12-ВЗ: Отчет о НИР (промежуточ.) / Всесоюз. заоч. ин-т пищ. пром-сти (ВЗИПП); Руководитель В. М. Шавра[Текст]. – ОЦО 102ТЗ; Кг ГР 80057138; Инв.№Б119699. – М., 1981. – 90 с.

### *Электронные ресурсы*

27. Кубракова, О. М. – Электрон.текстовые дан. (1 файл). – Томск, 2004.  
– Режим доступа: <http://www.lib.tru.ru/fullex/m/2004/m26.pdf>, свободный. –  
Загл. с экрана.

28. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]/Центр информ. Технологий РГБ; ред. Власенко Т.В.; Web-мастер Козлова Н.В. – Электрон. Дан. – М.: Рос.гос. б-ка, 1977. – Режим доступа: <http://www.rsb.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

### *Реферат из реферативного журнала*

29. [Реферат]// Химия: РЖ. – 1981. – № 1, вып. 19С – С. 38 (1 С138). Реф. ст.: Richardson, S. M. Simulation of injection moulding / S.M. Richardson, H. J. Pearson, J.R.A. Pearson// Plast and Rubber: Process. – 1980. – Vol. 5, № 2. – P. 55-60.

– Необходимо представлять единый список литературы к работе в целом. В этом случае каждый источник упоминается в списке один раз, вне зависимости от того, как часто на него приводится ссылка в тексте работы.

– Литературные источники необходимо располагать в алфавитном порядке без разделения по видовому признаку издания (например: книги, статьи, законы, электронные издания и др.).

– Произведения одного автора расставляются в списке по алфавиту заглавий или по годам публикации, в прямом хронологическом порядке (такой порядок группировки позволяет проследить за динамикой взглядов определенного автора на проблему).

– Начинается список с работ ученых на русском языке, после них в соответствии с латинским алфавитом в список включаются работы на иностранных языках.

– Затем все библиографические записи в списке последовательно нумеруются.

– Список должен включать не менее 30 библиографических источников.

–

### **Оформление ссылок в тексте работы**

Библиографические ссылки употребляют:

- при цитировании;
- при заимствовании положений, формул, таблиц, иллюстраций;
- при необходимости обращения к другому изданию, где более полно изложен вопрос.

Внутритекстовые ссылки размещаются непосредственно в строке после текста, к которому относятся. Оформляются в скобках с указанием номера в

списке литературы, например [31]. Могут быть приведены ссылки на несколько работ одного или разных авторов [12-17, 19].

Возможные примеры ссылок на литературные источники в выпускной квалификационной работе: «Как сообщают И.В. Ивашов [17], Л.Н. Пан [36],...»; «Согласно исследованиям В.В. Добровольского [15]...»; «Работы А.Д. Жигалина [7, 8] свидетельствуют о...»; «Изучая особенности циркуляции экотоксикантов, Л.А. Головлева [3] пришла к выводу, что ...»; «Авторами (Ю.Г. Жуковский, А.Г. Фарцейгер и др. [11]) определена высокая токсичность фосфорорганических пестицидов для голубей...»; «А.А. Петров [13] при проведении экспериментов получил результаты, не соответствующие данным И.П. Смирнова [17]...».

При цитировании работ ученых, законодательных актов и других источников кавычки не ставятся. При составлении обзора литературы возможно использование текста из разных работ без употребления вводных фраз, приведенных в предыдущем абзаце. В итоге должен получиться связный текст, характеризующий степень изученности определенного вопроса.

Цифра в квадратных скобках обозначает номер источника в списке использованных источников.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Общие требования к оформлению текста отчета о производственной практике

При выполнении отчета по практике с использованием компьютера необходимо придерживаться следующих правил: левое поле – 20 мм, правое – 10 мм, верхнее и нижнее – по 20 мм; шрифт – 14 пт, TimesNewRoman; межстрочный интервал в тексте – 1,5, в заголовках и графах таблиц – 1; интервал между заголовками глав и разделов и текстом – 2. Абзацный отступ – 1,25. Переносы выставляются автоматически.

**Требования к изложению текста.** Изложение содержания пояснительной записки должно быть кратким и четким. В тексте должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами или общепринятые в научно-технической литературе.

Условные буквенные обозначения величин, а также условные графические обозначения должны соответствовать требованиям государственных стандартов (это относится и к единицам измерения). Условные буквенные обозначения должны быть тождественными во всех разделах записки.

В тексте, за исключением формул, таблиц и рисунков, не допускается:

- применять математический знак минус (-) перед отрицательными значениями величин (следует писать слово «минус»);
- применять знак «Ø» для обозначения диаметра (следует писать слово «диаметр»). При указании размера или предельных отклонений диаметра на чертежах, помещенных в тексте документа, перед размерным числом следует писать знак «Ø»;
- применять без числовых значений математические знаки, например:
  - (больше), < (меньше), =(равно), > (больше или равно), < (меньше или равно),
  - ≠ (не равно), а также № (номер), % (процент);
- применять индексы стандартов, технических условий без регистрационного номера.

**Правила печатания знаков.** Знаки препинания (точка, запятая, двоеточие, точка с запятой, многоточие, восклицательный и вопросительный знаки) от предшествующих слов пробелом не отделяют, а от последующих отделяют одним пробелом.

Дефис от предшествующих и последующих элементов не отделяют.

Тире от предшествующих и последующих элементов отделяют обязательно.

Кавычки и скобки не отбивают от заключенных в них элементов. Знаки препинания от кавычек и скобок не отбивают.

Знак № применяют только с относящимися к нему числами, между ними ставят пробел.

Знаки процента от чисел отбивают.

Знак градуса температуры отделяется от числа, если за ним следует сокращенное обозначение шкалы (например, 15 °С, но 15° Цельсия).



Числа и даты. Многозначные числа пишут арабскими цифрами и разбивают на классы (например: 13 692). Не разбивают четырехзначные числа и числа, обозначающие номера.

Числа должны быть отбиты от относящихся к ним наименований (например: 25 м). Числа с буквами в обозначениях не разбиваются (например: в пункте 26). Числа и буквы, разделённые точкой, не имеют отбивки (например: 2.13.6.).

Основные математические знаки перед числами в значении положительной или отрицательной величины, степени увеличения от чисел не отделяют (например: -15, ×20).

Для обозначения диапазона значений употребляют один из способов: многоточие, тире, либо предлоги от ... до ... . По всему тексту следует придерживаться принципа единообразия.

Сложные существительные и прилагательные с числами в их составе рекомендуется писать в буквенно-цифровой форме (например: 150-летие, 30-градусный, 25-процентный).

Стандартной формой написания дат является следующая: 20.03.93 г. Возможны и другие как цифровые, так и словесно-цифровые формы: 20.03.1993 г., 22 марта 1993 г.

Все виды некалендарных лет (бюджетный, отчётный, учебный), т.е. начинающихся в одном году, а заканчивающихся в другом, пишут через косую черту: *В 1993/94 учебном году. Отчётный 1993/1994 год.*

Сокращения. Используемые сокращения должны соответствовать правилам грамматики, а также требованиям государственных стандартов.

Однотипные слова и словосочетания везде должны либо сокращаться, либо нет (например: *в 1919 году и XX веке* или *в 1919 г. и XX в.*; *и другие, то есть* или *и др., т.е.*).

Существует ряд общепринятых графических сокращений:

Сокращения, употребляемые самостоятельно: *и др., и пр., и т.д., и т.п.*

Употребляемые только при именах и фамилиях: *г-н, т., им., акад., д-р., доц., канд. физ.-мат.наук, ген., чл.-кор.* Напр.: *доц. Иванов И. И.*

Слова, сокращаемые только при географических названиях: *г., с., пос., обл., ул., просп.* Например: *в с. Н. Павловка, но: в нашем селе.*

Употребляемые только при цифрах: *в., вв., г., гг., до н.э., г.н.э., тыс., млн., млрд., экз., к., р.* Например: *20 млн. р., р. 20 к.*

Используемые в тексте сокращения поясняют в скобках после первого употребления сокращаемого понятия. Напр.: *... заканчивается этапом составления технического задания (ТЗ).*

В пояснительной записке следует применять стандартизованные единицы физических величин, их наименования и обозначения в соответствии с ГОСТ 8.417 или ГОСТ 8.430. В качестве обозначений предусмотрены буквенные обозначения и специальные знаки, например: *20,5 кг, 438 Дж/(кг/К), 36 °С.* При написании сложных единиц комбинировать буквенные обозначения и наимено-

вания не допускается. Наряду с единицами СИ, при необходимости, в скобках указывают единицы ранее применявшихся систем, разрешенных к применению.

**Требования к оформлению формул.** Формулы должны быть оформлены в редакторе формул *EquationEditor* и вставлены в документ как объект.

Размеры шрифта для формул:

- обычный – 14 пт;
- крупный индекс – 10 пт;
- мелкий индекс – 8 пт;
- крупный символ – 20 пт;
- мелкий символ – 14 пт.

Значения указанных символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должны быть приведены непосредственно под формулой, причём каждый символ и его размерность пишется с новой строки и в той последовательности, в которой они приведены в формуле. Первая строка расшифровки должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него.

*Пример:*

Урожай соломы при 19 % влажности определяется по формуле:

$$Y = \frac{X(100 - B)}{81}, \quad (1)$$

где  $X$  – урожай соломы в поле, ц/га;

$B$  – фактическая влажность соломы, %.

Все формулы нумеруются арабскими цифрами, номер ставят с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках. Нумерация формул в пределах пояснительной записки сквозная. При переносе формулы номер ставят напротив последней строки в край текста. Если формула помещена в рамку, номер помещают вне рамки против основной строки формулы.

Группа формул, объединённых фигурной скобкой, имеет один номер, помещаемый точно против острия скобки.

При ссылке на формулу в тексте её номер ставят в круглых скобках.

Например:

Из формулы (1) следует...

В конце формулы и в тексте перед ней знаки препинания ставят в соответствии с правилами пунктуации. Формулы, следующие одна за другой, отделяют запятой или точкой с запятой, которые ставят за формулами до их номера. Переносы формул со строки на строку осуществляются в первую очередь на знаках отношения ( $=$ ;  $\neq$ ;  $\geq$ ,  $\leq$  и т.п.), во вторую – на знаках сложения и вычитания, в третью – на знаке умножения в виде крестика. Знак следует повторить в начале второй строки. Все расчеты представляются в системе СИ.

**Требования к оформлению иллюстраций.** Иллюстрации, сопровождающие работу, могут быть выполнены в виде диаграмм, графиков, чертежей, карт, фотоснимков и др. Указанный материал выполняется на формате А4, т.е. размеры иллюстраций не должны превышать формата страницы с учётом полей. Если ширина рисунка больше 8 см, то его располагают симметрично посередине. Если его ширина менее 8 см, то рисунок, как правило, располагают с

краю, в обрамлении текста. Допускается размещение нескольких иллюстраций на одном листе. Иллюстрации могут быть расположены по тексту пояснительной записки, а также даны в приложении. Сложные иллюстрации могут выполняться на листах формата А3 и больше со сгибом для размещения в пояснительной записке.

Все иллюстрации нумеруются в пределах текста арабскими буквами (если их более одной). Нумерация рисунков должна быть сквозной, например, рисунок 10. Иллюстрации должны иметь, наименование и экспликацию (поясняющий текст или данные). Наименование помещают под иллюстрацией, а экспликацию над наименованием. В тексте необходимо проанализировать результаты, отображенные на рисунке, и сделать в скобках ссылку – например (рисунок 10).

При оформлении графиков оси абсцисс и ординат отображаются сплошными линиями. На концах координатных осей стрелки не ставят (рисунок 1).

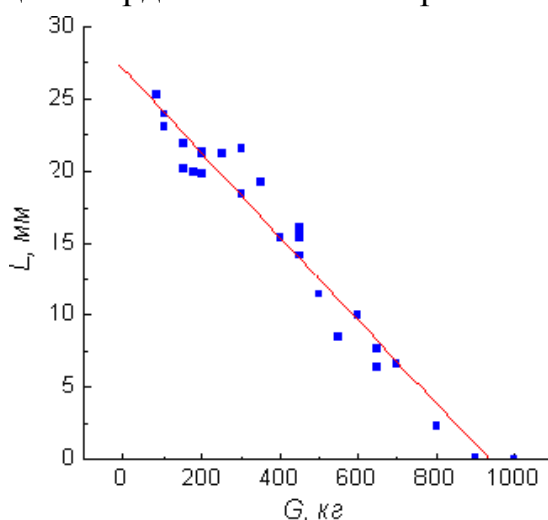


Рисунок 1 – Зависимость массы груза от линейных размеров.

Числовые значения масштаба шкал осей координат пишут за пределами графика (левее оси ординат и ниже оси абсцисс). По осям координат должны быть указаны условные обозначения и размерности отложенных величин в принятых сокращениях. На графике следует писать только принятые в тексте условные буквенные обозначения. Надписи, относящиеся к кривым и точкам, оставляют только в тех случаях, когда их немного, и они являются краткими. Многословные надписи заменяют цифрами, а расшифровку приводят в подрисуночной подписи.

Схемы выполняют без соблюдения масштаба и пространственного расположения.

Иллюстрации должны быть вставлены в текст одним из следующих способов:

– либо командами ВСТАВКА-РИСУНОК (используемые для вставки рисунков из коллекции, из других программ и файлов, со сканера, созданные кнопками на панели рисования, автофигуры, объекты *WordArt*, а также диаграммы). При этом все иллюстрации, вставляемые как рисунок, должны быть

преобразованы в формат графических файлов, поддерживаемых *Word*;

– либо командами ВСТАВКА-ОБЪЕКТ. При этом необходимо, чтобы объект, в котором создана вставляемая иллюстрация, поддерживался редактором *Word* стандартной конфигурации.

Весь иллюстративный материал называется рисунками. Нумерация рисунков сквозная, через весь текст работы. Выравнивание рисунков и подписей под ними выполняется по центру.

**Требования к оформлению таблиц.** Цифровой материал принято помещать в таблицы. Таблицы помещают непосредственно после абзацев, содержащих ссылку на них, а если места недостаточно, то в начале следующей страницы.

Ширина таблиц должна соответствовать ширине текста. Все таблицы, приводимые на одной странице, должны иметь одинаковую ширину.

Таблицы должны быть пронумерованы. Нумерация таблиц сквозная в пределах всей работы арабскими цифрами. Например:

Таблица 1 – Зависимость молекулярных соотношений  $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$  в глинистой фракции от атмосферного увлажнения (по В.А. Денисову, 1962)

Страна	Сумма годовых осадков, мм	$\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$ (в среднем)	Продолжительность сухого сезона, мес.
Судан	525	3,65	11
Гана	625-1250	2,59	8
Конго	1250-2000	2,07	3
Гвинея	2000	1,55	4

Если в таблице встречается повторяющийся текст, то при первом же повторении допускается писать слово «то же», а далее кавычками ( ” ). Ставить кавычки вместо повторяющихся цифр, марок, знаков, символов не допускается. Если цифровые или текстовые данные не приводятся в какой-либо строке таблицы, то на ней ставят прочерк (–). Цифры в графах таблиц располагают так, чтобы они следовали одни под другими.

Порядковые номера в таблице выравниваются по центру. Данные, приводимые во втором столбце – по левому краю, в остальных – по центру. Вертикальное выравнивание текста во строках таблицы выполняется по центру. Интервал в таблицах – одинарный, размер шрифта при необходимости 12 пт вместо 14 пт. Но в таком случае все таблицы в работе должны иметь шрифт 12 пт.

При переносе таблицы на другой лист заголовки помещают над первой частью, над последующими пишут надписи «Продолжение таблицы 1», над последней пишут «Окончание таблицы 1». Сноски к таблице печатают непосредственно под ней. При этом вторая строка таблицы с указанием порядковых номеров столбцов должна повторяться на каждой странице.

**ПРИЛОЖЕНИЕ Е. Образец задания на производственную практику  
(практику по получению профессиональных умений и опыта профессиональной  
деятельности)**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»**

**ФАКУЛЬТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ И BIOTEХНОЛОГИИ  
КАФЕДРА ЗООТЕХНИИ И БИОЛОГИИ**

Утверждаю:  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ Быстрова И.  
Ю. \_\_\_\_\_ 201\_ года

**ЗАДАНИЕ  
НА ПРОИЗВОДСТВЕННУЮ ПРАКТИКУ  
(ПРАКТИКУ ПО ПОЛУЧЕНИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ УМЕНИЙ  
И ОПЫТА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ)**

Место прохождения практики \_\_\_\_\_

Цель работы: \_\_\_\_\_

Примерная схема и методика исследований:

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

4. \_\_\_\_\_

Руководитель практики от Университета \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Дата выдачи задания \_\_\_\_\_

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_

(дата, подпись обучающегося)

**ПРИЛОЖЕНИЕ Ж.** Образец оформления рабочего графика производственной практики (практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности)

**РАБОЧИЙ ГРАФИК**

**графика производственной практики (практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности)  
студента 3 курса направления подготовки 06.03.01 Биология**

---

**Место прохождения практики:** \_\_\_\_\_

---

**За период производственной практики (практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности) необходимо овладеть:**

– **способностью эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ (ПК-1):**

знать оборудование, необходимое для оценки состояния окружающей среды; уметь интерпретировать полученную информацию о состоянии экосистем; иметь навыки решения прикладных задач экологии, экологического моделирования и прогнозирования, владеть методами оценки состояния среды и биоресурсов;

– **способностью применять на практике приемы составления научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт и пояснительных записок, излагать и критически анализировать получаемую информацию и представлять результаты полевых и лабораторных биологических исследований (ПК-2):**

знать основные способы математической обработки экологической информации, подготовки ее к анализу и способы оформления научной экологической информации;

уметь использовать надлежащим образом методики экологических исследований и организации природоохранных мероприятий;

иметь навыки демонстрации экологических знаний и умений, владеть приемами работы с информационными технологиями с целью решения научных экологических задач;

– **способностью применять на практике методы управления в сфере биологических и биомедицинских производств, мониторинга и охраны природной среды, природопользования, восстановления и охраны биоресурсов (ПК-6):**

знать правовые основы исследовательских работ и законодательства РФ в области охраны природы и природопользования, нормы в сфере взаимоотношений «человек – общество – природа»;

уметь применять полученные знания в учебной и профессиональной деятельности; использовать их в планировании и реализации природоохранных мероприятий;

иметь навыки решения правовых экологических задач, применения результатов оценки состояния экосистем для планирования мероприятий по восстановлению их потенциала;

– **способностью использовать основные технические средства поиска научно-биологической информации, универсальные пакеты прикладных компьютерных программ, создавать базы экспериментальных биологических данных, работать с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях (ПК-8):**

знать универсальные пакеты прикладных компьютерных программ;

уметь работать с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях и создавать базы экспериментальных биологических данных;

иметь навыки использования основных технических средств поиска научно-биологической информации.

<b>№ п/п</b>	<b>Содержание программы практики (виды работ и индивидуальные задания)</b>	<b>Период выполнения видов работ и заданий</b>	<b>Отметка о выполнении</b>
1	Изучить оборудование, необходимое для оценки состояния окружающей среды		
2	Научиться интерпретировать полученную информацию о состоянии экосистем		
3	Освоить методы решения прикладных задач экологии, экологического моделирования и прогнозирования, методы оценки состояния среды и биоресурсов		
4	Изучить основные способы математической обработки экологической информации, подготовки ее к анализу и способы оформления научной экологической информации		
5	Научиться применять методики экологических исследований и организации природоохранных мероприятий		
6	Освоить способы демонстрации экологических знаний и умений, информационные технологии с целью решения научных экологических задач		
7	Изучить правовые основы исследовательских работ и законодательства РФ		

№ п/п	Содержание программы практики (виды работ и индивидуальные задания)	Период выполнения видов работ и заданий	Отметка о выполнении
	в области охраны природы и природопользования, нормы в сфере взаимоотношений «человек – общество – природа»		
8	Научиться применять полученные знания в учебной и профессиональной деятельности; использовать их в планировании и реализации природоохранных мероприятий		
9	Освоить способы решения правовых экологических задач, применения результатов оценки состояния экосистем для планирования мероприятий по восстановлению их потенциала		
10	Изучить универсальные пакеты прикладных компьютерных программ		
11	Научиться работать с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях и создавать базы экспериментальных биологических данных		
12	Освоить навыки использования основных технических средств поиска научно-биологической информации		
13	На основе полученных на практике знаний, умений и навыков _____ _____ (виды работ согласно индивидуальному заданию)		

### Руководитель практики от ФГБОУ ВО РГАТУ

\_\_\_\_\_ (должность, звание)

\_\_\_\_\_ (подпись)

\_\_\_\_\_ ( ФИО)

### Руководитель практики от \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (название организации)

\_\_\_\_\_ (должность, звание)

\_\_\_\_\_ (подпись)

\_\_\_\_\_ ( ФИО)



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»**

**Факультет ветеринарной медицины и биотехнологии  
Кафедра зоотехнии и биологии**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ (ПРЕДДИПЛОМНОЙ) ПРАКТИКЕ  
для бакалавров направления подготовки  
06.03.01 Биология, профиль «Биоэкология»**

Рязань, 2019

Методические указания составлены с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология, утвержденного Министерством образования и науки Российской Федерации 07 августа 2014 года, приказ № 944.

Разработчик: доцент кафедры зоотехнии и биологии, к.б.н. Г. В. Уливанова

Рецензенты:

заведующая кафедрой биологии ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России доктор биологических наук, профессор О.В. Баковецкая;

инженер производственно-технологического отдела ООО «Завод Лоджикруфт», Е.А. Молодова

В методические указания включены этапы прохождения производственной (преддипломной практики), а также требования к оформлению отчетной документации (отчета, дневника, сопроводительных материалов) и презентации к докладу.

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры зоотехнии и биологии 30 августа 2019 года, протокол № 1.

Заведующий кафедрой зоотехнии и биологии



И. Ю. Быстрова

Методические указания одобрены учебно-методической комиссией по направлению подготовки 06.03.01 Биология, протокол № 1 от «30» августа 2019 г.

Председатель учебно-методической комиссии



О. А. Федосова

## СОДЕРЖАНИЕ

Цель и задачи производственной (преддипломной) практики, место в учебном процессе .....	4
Этапы производственной (преддипломной) практики и структура отчет.....	8
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Образец оформления титульного листа отчета .....	10
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Образец оформления титульного листа дневника .....	11
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Структура дневника производственной (преддипломной) практики .....	12
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Образец оформления задания на производственную (преддипломную) практику .....	15
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Образец оформления рабочего графика производственной (преддипломной) практики .....	16
ПРИЛОЖЕНИЕ Е. Рекомендации по оформлению списка использованной литературы .....	19
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж. Общие требования к оформлению текста отчета о производственной (преддипломной) практике .....	23

## **ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ (ПРЕДДИПЛОМНОЙ) ПРАКТИКИ, МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Целями преддипломной практики являются закрепление и углубление теоретических знаний, полученных по профильным дисциплинам, подробное изучение прикладных аспектов экологии, приобретение практических навыков в определении состояния экосистем и их отдельных компонентов (воды, воздуха, почвы, популяций, биоценозов), сбор и обобщение материала для подготовки выпускной квалификационной работы.

**Объектами профессиональной деятельности** выпускников, освоивших программу бакалавриата, являются:

- биологические системы различных уровней организации; процессы их жизнедеятельности и эволюции;

- биологические, биоинженерные, биомедицинские, природоохранные технологии, биологическая экспертиза и мониторинг, оценка и восстановление территориальных биоресурсов и природной среды.

### **2. Задачи производственной (преддипломной) практики**

- выполнение научных исследований в области экологического мониторинга природных и антропогенных экосистем;

- применение полученных результатов для разработки мероприятий по охране окружающей среды, природопользованию, восстановлению и охране биоресурсов;

- анализ полученной информации и умение представлять результаты полевых и лабораторных биологических исследований;

- формирование самостоятельного экологического мышления;

- использование основных технических средств поиска научно-биологической информации, универсальных пакетов прикладных компьютерных программ;

- создание базы экспериментальных биологических данных, работа с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях;

- применение знаний, умений и навыков составления научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт и пояснительных записок при подготовке выпускной квалификационной работы.

### **Профессиональные задачи:**

#### **научно-исследовательская деятельность:**

- научно-исследовательская деятельность в составе группы;
- подготовка объектов и освоение методов исследования;
- участие в проведении лабораторных и полевых биологических исследований по заданной методике;

- выбор технических средств и методов работы, работа на экспериментальных установках, подготовка оборудования;

- анализ получаемой полевой и лабораторной биологической информации с использованием современной вычислительной техники;

- составление научных докладов и библиографических списков по заданной теме; участие в разработке новых методических подходов;
- участие в подготовке научных отчетов, обзоров, публикаций, патентов, организации конференций.

**организационно-управленческая деятельность:**

- участие в планировании и проведении мероприятий по охране природы, оценке и восстановлению биоресурсов, управлении природопользованием и его оптимизации;
- участие в организации полевых и лабораторных работ, семинаров, конференций;
- участие в составлении сметной и отчетной документации;
- обеспечение техники безопасности;

**информационно-биологическая деятельность:**

- работа со справочными системами, поиск и обработка научно-биологической информации, участие в подготовке и оформлении отчетов и патентов.

**3. Вид и тип практики**

**Вид практики:** производственная.

**Тип практики:** преддипломная.

**Способ проведения практики:** стационарная, выездная, выездная (полевая), дистанционная.

**Форма проведения практики:** дискретно.

**4. Место производственной (преддипломной) практики в структуре ООП**

Б2.В.03(П) Производственная (преддипломная) практика относится к блоку 2 «Практики».

На преддипломной практике используются знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин «Общая экология», «Экологические проблемы России», «Прикладная экология», «Основы экологического проектирования», «Экологический аудит».

Знания, умения и навыки, полученные во время прохождения преддипломной практики, необходимы для подготовки выпускной квалификационной работы.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья имеется возможность выбора мест прохождения практики с учетом состояния их здоровья, требований по доступности и рекомендации медико-социальной экспертизы, а также индивидуальной программы реабилитации инвалида относительно рекомендованных условий и видов труда.

При направлении инвалида и обучающегося с ограниченными возможностями здоровья в организацию или предприятие для прохождения предусмотренной учебным планом практики Университет согласовывает с организацией (предприятием) условия и виды труда с учетом рекомендаций медико-социальной экспертизы и индивидуальной программы реабилитации инвалида. При необходимости для прохождения практик могут создаваться специальные

рабочие места в соответствии с характером нарушений, а также с учетом профессионального вида деятельности и характера труда, выполняемых студентом-инвалидом трудовых функций.

Студенту с ограниченными возможностями здоровья необходимо написать заявление с приложением всех подтверждающих документов о необходимости подбора места практики с учетом его индивидуальных особенностей.

Кафедра и/или факультет должны своевременно информировать заведующего практикой (минимум за 3 месяца до начала практики) о необходимости подбора места практики студенту с ограниченными возможностями здоровья в соответствии с его программой подготовки (специальностью) и индивидуальными особенностями.

### **5. Место и время проведения производственной (преддипломной) практики**

Обучающиеся проходят преддипломную практику в Окском биосферном заповеднике, заказниках, природоохранных организациях, службах экологического мониторинга на предприятиях, экологических и радиологических отделах организаций санитарно-эпидемиологического и ветеринарно-санитарного контроля, Министерстве природных ресурсов, в лабораториях ФГБОУ ВО РГАТУ, библиотеках города и вуза. Время проведения – 8 семестр, январь, февраль, 8 недель.

### **6. Перечень планируемых результатов обучения при прохождении производственной практики, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате прохождения преддипломной практики обучающийся должен приобрести следующие практические навыки, умения, знания для формирования компетенций:

<b>Код</b>	<b>Формулировка компетенции</b>	<b>Планируемые результаты</b>
ПК-1	способностью эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ	Знать оборудование, необходимое для выполнения научно-исследовательских работ по теме выпускной квалификационной работы
		Уметь интерпретировать биологическую информацию, полученную по результатам исследований и экспериментов
		Иметь навыки (владеть) решения прикладных задач экологии, экологического моделирования и прогнозирования, владеть методами оценки состояния среды и биоресурсов
ПК-2	способностью применять на практике приемы составления научно-технических отчетов, обзоров, аналитических	Знать принципы составления научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт и пояснительных записок; основные способы статистической обработки полученной информации, подготовки ее к анализу и способы оформ-

Код	Формулировка компетенции	Планируемые результаты
	ческих карт и пояснительных записок, излагать и критически анализировать получаемую информацию и представлять результаты полевых и лабораторных биологических исследований	<p>ления научной эколого-биологической информации</p> <p>Уметь излагать и критически анализировать получаемую информацию и представлять результаты полевых и лабораторных биологических исследований; правильно подбирать и использовать методики выполнения экологических исследований и организации природоохранных мероприятий</p> <p>Иметь навыки (владеть) оформления полученной в результате выполнения экспериментов и наблюдений биологической информации</p>
ПК-6	способностью применять на практике методы управления в сфере биологических и биомедицинских производств, мониторинга и охраны природной среды, природопользования, восстановления и охраны биоресурсов	<p>Знать правовые основы исследовательских работ и законодательства РФ в области охраны природы и природопользования, нормы в сфере взаимоотношений «человек – общество – природа»</p> <p>Уметь применять полученные знания в учебной и профессиональной деятельности; использовать их в планировании и реализации природоохранных мероприятий</p> <p>Иметь навыки (владеть) решения правовых экологических задач, применения результатов оценки состояния экосистем для планирования мероприятий по восстановлению их потенциала</p>
ПК-8	способностью использовать основные технические средства поиска научно-биологической информации, универсальные пакеты прикладных компьютерных программ, создавать базы экспериментальных биологических данных, работать с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях	<p>Знать универсальные пакеты прикладных компьютерных программ</p> <p>Уметь работать с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях и создавать базы экспериментальных биологических данных</p> <p>Иметь навыки (владеть) использования основных технических средств поиска научно-биологической информации; демонстрации экологических знаний и умений, владение приемами работы с информационными технологиями с целью решения научных экологических задач</p>

## ЭТАПЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ (ПРЕДДИПЛОМНОЙ) ПРАКТИКИ И СТРУКТУРА ОТЧЕТА

В ходе прохождения преддипломной практики используются следующие научно-исследовательские и научно-производственные технологии: исследовательская и аналитическая деятельность, подготовка отчетной документации, подготовка разделов выпускной квалификационной работы (ВКР).

При организации самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии: сбор фотодокументов о среде обитания организмов, нормативно-технической документации, компьютерные презентации, подготовка дневника и отчета по практике, выполнение разделов ВКР.

Формы отчетности по итогам практики: по итогам производственной практики составляется отчет, представляется дневник, проходит защита отчета с презентацией.

Процедура защиты отчета по каждому виду практики предусматривает устный доклад обучающегося по основным результатам пройденной практики. После окончания доклада членами комиссии задаются обучающемуся вопросы, направленные на выявление его знаний, умений, навыков. Обучающийся должен в меру имеющихся знаний, умений, навыков, сформированности компетенции дать развернутые ответы на поставленные вопросы.

Этапы практики в виде разделов отражаются в отчете и дневнике.

В отчет необходимо включить следующие разделы (таблица 2):

Таблица 2 – Структура отчета про производственной (преддипломной) практике

Название и нумерация разделов	Количество страниц
ВВЕДЕНИЕ.....	1-2
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	10-15
2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНИЗАЦИИ.....	1-3
3. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	2-5
4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	5-8
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	1-3
ВЫВОДЫ.....	1-2
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	5-8
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	не более 10

Первая страница отчета – титульный лист – оформляется согласно образцу. Второй страницей является содержание, в котором должны быть отражены все разделы и подразделы работы в последовательности, указанной в таблице 2.

Разделы «СОДЕРЖАНИЕ», «ВВЕДЕНИЕ», «ВЫВОДЫ», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ», «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ», «ПРИЛОЖЕНИЯ» не имеют нумерации перед названием, как указано в таблице 2.



На титульном листе номер страницы не проставляется. Номера выставляются, начиная с содержания внизу, в центре. Во всей работе, включая приложения, нумерация страниц сквозная.

В содержании необходимо указать номера всех разделов и подразделов. Промежуток от названия раздела до номера страницы, указанного в содержании, должен быть заполнен точками.

Над номерами страниц в содержании надо проставить обозначение «с.».

Во **введении** надо охарактеризовать излагаются актуальность, научно-практическое значение исследований, формулируются цель и задачи работы.

Актуальность определяется в соответствии со значимостью проблемы для состояния окружающей среды и здоровья человека, включает все стороны негативного воздействия на экосистемы, в том числе антропогенного влияния на окружающую среду. Научно-практическое значение отражает новизну проводимых исследований, теоретическое обоснование предложений по совершенствованию деятельности предприятия в области охраны окружающей среды и рациональному природопользованию. При исследовании природной экосистемы или моделировании природного процесса необходимо отразить научное значение изучаемых вопросов.

Цель и задачи приводятся в конце введения. Слова «цель» и «задачи» выделяются жирным шрифтом.

**Цель** – это краткое изложение направления научных исследований. Цель реализуется благодаря последовательному решению ряда **задач**, которые отражают этапы исследований. На основании задач составляются обзор литературы, материалы и методы, результаты собственных исследований, заключение и выводы. Фактически задачи являются планом выполнения отчета.

Цели и задачи производственной (преддипломной) практики должны четко совпадать с индивидуальным заданием на практику.

В отчет после введения необходимо включить **обзор литературы** по проработанной во время практики проблеме, сделать ссылки на изученные источники и составить список использованной литературы. В обзоре приводится анализ результатов исследований, выполненных отечественными и зарубежными учеными за последние 10-15 лет. Это позволяет подчеркнуть значимость и новизну выполняемых студентом исследований. Для составления обзора литературы необходимо использовать статьи и резюме из научных, реферативных журналов, монографии, авторефераты кандидатских и докторских диссертаций, материалы научно-практических конференций, симпозиумов, сборники научных статей, в ограниченном количестве нормативно-техническую документацию (законы, нормы, постановления и др.). Результаты следует приводить в соответствии с поставленными в работе задачами, соблюдая хронологическую последовательность при цитировании работ исследователей. Цитируемые материалы по каждой работе должны быть изложены кратко (5-7 строк), отражать основные моменты проведенных ученым исследований. Таким образом, на странице приводится не менее 5-6 ссылок.

Каждый подраздел в обзоре литературы завершается кратким резюме, в котором обобщается основной смысл изложенного.

Например: «Таким образом, анализ работ отечественных и зарубежных исследователей показывает, что, перемещаясь от одного звена трофической цепи к другому, токсичные вещества накапливаются в тканях живых организмов и в конечном звене достигают максимальных значений в организме вершинного хищника».

**Характеристика организации.** В начале практики обучающиеся знакомятся со структурой и нормативно-правовыми документами организации. В отчет включаются следующие данные:

- 1 – полное название организации;
- 2 – юридический и фактический адрес, номер телефона и факса;
- 3 – ведомственная принадлежность;
- 4 – структура организации (руководитель организации, названия отделов и руководители и др.);
- 5 – контролирующие органы;
- 6 – организации и предприятия, для которых экологическая служба выполняет исследования и расчеты.

Студент по желанию может расширить раздел другой информацией, характеризующей деятельность организации, иллюстрировать материал таблицами и схемами.

**Материалы и методы исследований.** На практике обучающиеся должны познакомиться с описанием методик, необходимых материалов и оборудования для выполнения экологических исследований. В отчете приводятся описания отдельных методик, которые включают: материалы (объекты исследований с указанием объема и массы пробы; реактивы, применяемые в ходе проведения исследования, с указанием объема и концентрации растворов, массы сухих реактивов); лабораторное оборудование (посуда, инструменты, вспомогательные приспособления, технические средства и приборы и др.); методика исследований (последовательное описание этапов выполнения исследований).

Необходимо привести все методики, используемые в экологических исследованиях в организации, даже если практикант не принимал в их выполнении непосредственное участие. Если в организации используется большое количество методов, необходимо перечислить название всех методик, но подробное описание привести только по основным, наиболее часто используемым.

**Результаты исследований.** Все этапы проделанной в период прохождения практики работы необходимо включить в отчет, раздел «Результаты исследований». Приводится описание выполненной студентом работы: какие исследования проведены, количество экспертиз, объекты исследования, результаты проведенных лабораторных исследований. В этом разделе необходимо привести результаты исследований, проведенных в лаборатории или организации ранее (используя материалы годовых отчетов за ряд лет).

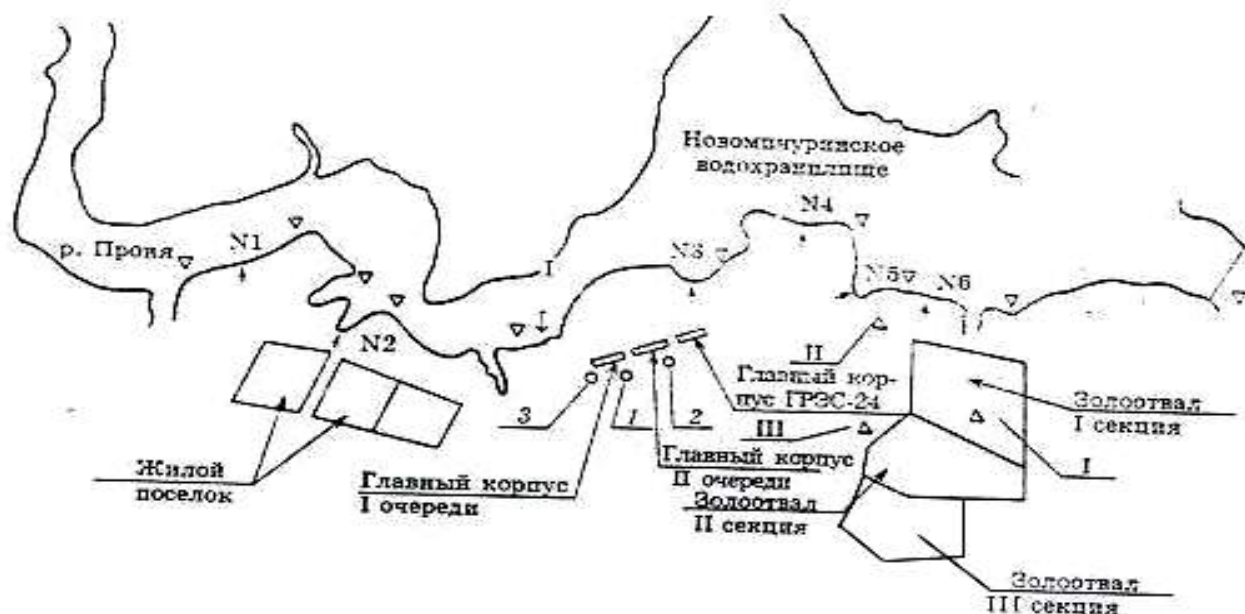
Полученные результаты обязательно иллюстрируются таблицами, схемами, графиками, фотографиями.

Примеры представления иллюстративного материала.

Для таблиц:

Таблица 3 – Название таблицы


Диаграммы, фотографии, схемы подписываются «Рисунок» и обозначаются в соответствии с образцом:



↑ - выпуски сточных и сбросных вод (№ 1 – 6); ▽ - глубинный водозабор;  
о – источники выброса в атмосферу; △ - места размещения и захоронения  
отходов, I – III; ▽ - контрольные створы.

Основные источники выбросов: 1 – дымовая труба первой очереди; 2 – дымовая труба второй очереди; 3 – дымовая труба пиковой котельной.

Выпуск сточных вод: №1 – от очистных сооружений.

Места размещения и захоронения отходов: I – накопитель золошлаковых отходов; II – накопитель ванадийсодержащих шламов; III – полигон ТБО.

Рисунок 1 – Карта-схема Рязанской ГРЭС.

Нумерация таблиц и рисунков сквозная во всем тексте отчета.

После выполнения всех этапов исследований необходимо сделать **заключение** о проделанной работе. Обучающимся необходимо провести анализ выполненной работы, указать, о чем свидетельствуют результаты исследований. Сравнить произошедшие изменения за ряд лет. Продумать, с чем связано наличие загрязнений или каких-либо других изменений. Последовательность изложения результатов в заключении должна соответствовать последовательности изложения материала в разделе «Результаты исследований».

**Выводы** приводятся в тексте отчета после заключения и представляют собой результаты исследований, изложенные в краткой форме с указанием фак-

тических числовых показателей. По существу выводы являются краткими ответами на поставленные во введении задачи. Выводы нумеруются арабскими цифрами. Выводы должны четко соответствовать поставленным задачам, указанным в индивидуальном задании и во введении отчета.

Например:

1. При исследовании проб воды из реки Трубеж на наличие тяжелых металлов обнаружены свинец – 0,01 мг, кадмий – 0,03 мг, что соответствует предельно допустимым концентрациям (или превышает в ... раз, по ситуации).

**Список использованных источников** составляется в соответствии с действующим ГОСТ (приложение Е).

**Приложения.** В период прохождения практики обучающиеся знакомятся с нормативно-технической документацией, актами выполнения исследований, формами договоров, инструкциями и другими документами, необходимыми при проведении практической работы эколога с учетом конкретной организации. Копии изученных документов и список используемой в организации литературы по методам мониторинга и охраны природы необходимо привести в приложении.

Кроме того, в приложение можно включить фотографии постановки опытов, оборудования, объектов исследования, территорий, на которых проводился отбор проб, общего вида организации. Весь иллюстративный материал должен быть пронумерован и снабжен подписями, размещаемыми ниже фотографий. По тексту отчета необходимо в соответствующих местах сделать ссылки на приложения.

В конце отчета необходимо приложить путевку, в которой отмечены сроки пребывания обучающегося на практике. Кроме того, с места практики необходимо представить характеристику обучающегося - практиканта. Характеристика должна содержать оценку работы обучающегося на производственной практике, заверяется руководителем и печатью организации.

Отчет выполняется на листах формата А4 в печатном и электронном виде.

После титульного листа (см. приложение А) приводится содержание отчета с указанием страниц разделов.

Страницы отчета нумеруются в центре, внизу. На титульном листе номер не проставляется. Содержание имеет номер 2. Далее по всему тексту, включая приложения, нумерация сквозная.

Листы отчета подшиваются в папку-скоросшиватель.

Вместе с отчетом необходимо сдать дневник производственной практики, индивидуальное задание и график прохождения практики. В дневнике должны содержаться сведения о проведенной работе за каждый день в течение всего срока практики.

Титульный лист дневника оформляется по образцу, приведенному в приложении Б.

Дневник выполняется на листах формата А4 в печатном и электронном виде (см. приложение В).

На титульных листах отчета и дневника на подпись руководителя практики от организации необходимо поставить гербовую печать или штамп.

Срок сдачи отчета и дневника практики – первая неделя учебного года.

Студент сдает работу лаборанту кафедры для регистрации. Лаборант в специальном журнале регистрирует отчет и передает его на проверку преподавателю – руководителю производственной практики от университета.

Результаты практики обучающиеся представляют на зачетной конференции в виде устного доклада с обязательной подготовкой презентации.

**Приложения** обозначаются прописными буквами русского алфавита, например: ПРИЛОЖЕНИЕ А. Название приложения выравнивается по центру. В содержании к работе приводятся приложения в алфавитном порядке с названиями.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А. Образец оформления титульного листа отчета  
МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»**

**Факультет ветеринарной медицины и биотехнологии  
Кафедра зоотехнии и биологии**

**ОТЧЕТ**

**о прохождении производственной (преддипломной) практики)**

---

(фамилия, имя, отчество обучающегося)

Курс \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_

Направление подготовки \_\_\_\_\_

Направленность (профиль) программы \_\_\_\_\_

Сроки практики \_\_\_\_\_

Место прохождения практики

---

( указывается полное наименование структурного подразделения Университета/  
профильной организации, а также их фактический адрес)

---

Руководитель практики от Университета \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
(звание, подпись, Ф.И.О.)

Руководитель практики от профильной организации \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
(должность, подпись, Ф.И.О.)

Отчет подготовлен \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
(подпись, Ф.И.О.)

Рязань 20 \_\_\_\_\_

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Образец оформления титульного листа дневника  
МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»**

**Факультет ветеринарной медицины и биотехнологии  
Кафедра зоотехнии и биологии**

**ДНЕВНИК**  
**производственной (преддипломной) практики**  
студента \_\_\_ группы  
направления подготовки 06.03.01 Биология  
Фамилия Имя Отчество (полностью, в родительном падеже)

**Руководитель практики  
от (название организации):**  
должность,  
\_\_\_\_\_ ФИО (полностью)  
подпись  
печать

**Руководитель практики  
от ФГБОУ ВО РГАУ:**  
ученая степень, ученое звание,  
должность,  
\_\_\_\_\_ ФИО (полностью)

Рязань, 20\_\_

**ПРИЛОЖЕНИЕ В. Структура дневника производственной (преддипломной) практики**

Дата	Проведенная работа
02.07.201__ г.	Изучение нормативно-технической документации экологической лаборатории, знакомство с должностной инструкцией инженера-эколога.
03.07.201__ г.	Отбор проб воды в месте сброса сточных вод ООО «РНПК».
04.07.201__ г.	Краткое описание выполненной в течение дня работы.
...	...
...	...
29.07.201__ г.	...



**ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Образец оформления задания на производственную (преддипломную) практику**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»**

**ФАКУЛЬТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ И BIOTEХНОЛОГИИ  
КАФЕДРА ЗООТЕХНИИ И БИОЛОГИИ**

Утверждаю:

Заведующий кафедрой Быстрова И. Ю.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года

**ЗАДАНИЕ**

**НА ПРОХОЖДЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ (ПРЕДДИПЛОМНОЙ) ПРАКТИКИ**

Студенту \_\_\_\_\_.

Обучающемуся 4 курса по направлению подготовки 06.03.01 Биология

Место прохождения практики \_\_\_\_\_

Цель работы: \_\_\_\_\_

Примерная схема и методика исследований:

1. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Руководитель \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Дата выдачи задания \_\_\_\_\_

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_ (дата, подпись обучающегося)

**ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Образец оформления рабочего графика производственной (преддипломной) практики**

**РАБОЧИЙ ГРАФИК**  
**графика производственной (преддипломной) практики**  
**студента 4 курса направления подготовки 06.03.01 Биология**

---

**Место прохождения практики:** \_\_\_\_\_

---

**За период производственной (преддипломной) практики необходимо овладеть:**

**– способностью эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ (ПК-1):**

знать оборудование, необходимое для оценки состояния окружающей среды; уметь интерпретировать полученную информацию о состоянии экосистем; иметь навыки решения прикладных задач экологии, экологического моделирования и прогнозирования, владеть методами оценки состояния среды и биоресурсов;

**– способностью применять на практике приемы составления научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт и пояснительных записок, излагать и критически анализировать получаемую информацию и представлять результаты полевых и лабораторных биологических исследований (ПК-2):**

знать основные способы математической обработки экологической информации, подготовки ее к анализу и способы оформления научной экологической информации;

уметь использовать надлежащим образом методики экологических исследований и организации природоохранных мероприятий;

иметь навыки демонстрации экологических знаний и умений, владеть приемами работы с информационными технологиями с целью решения научных экологических задач;

**– способностью применять на практике методы управления в сфере биологических и биомедицинских производств, мониторинга и охраны природной среды, природопользования, восстановления и охраны биоресурсов (ПК-6):**

знать правовые основы исследовательских работ и законодательства РФ в области охраны природы и природопользования, нормы в сфере взаимоотношений «человек – общество – природа»;

уметь применять полученные знания в учебной и профессиональной деятельности; использовать их в планировании и реализации природоохранных мероприятий;

иметь навыки решения правовых экологических задач, применения результатов оценки состояния экосистем для планирования мероприятий по восстановлению их потенциала;

– **способностью использовать основные технические средства поиска научно-биологической информации, универсальные пакеты прикладных компьютерных программ, создавать базы экспериментальных биологических данных, работать с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях (ПК-8):**

знать универсальные пакеты прикладных компьютерных программ;

уметь работать с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях и создавать базы экспериментальных биологических данных;

иметь навыки использования основных технических средств поиска научно-биологической информации.

<b>№ п/п</b>	<b>Содержание программы практики (виды работ и индивидуальные задания)</b>	<b>Период выполнения видов работ и заданий</b>	<b>Отметка о выполнении</b>
1	Изучить оборудование, необходимое для оценки состояния окружающей среды		
2	Научиться интерпретировать полученную информацию о состоянии экосистем		
3	Освоить методы решения прикладных задач экологии, экологического моделирования и прогнозирования, методы оценки состояния среды и биоресурсов		
4	Изучить основные способы математической обработки экологической информации, подготовки ее к анализу и способы оформления научной экологической информации		
5	Научиться применять методики экологических исследований и организации природоохранных мероприятий		
6	Освоить способы демонстрации экологических знаний и умений, информационные технологии с целью решения научных экологических задач		
7	Изучить правовые основы исследовательских работ и законодательства РФ в области охраны природы и природопользования, нормы в сфере взаимоотношений «человек – общество –		

№ п/п	Содержание программы практики (виды работ и индивидуальные задания)	Период выполнения видов работ и заданий	Отметка о выполнении
	природа»		
8	Научиться применять полученные знания в учебной и профессиональной деятельности; использовать их в планировании и реализации природоохранных мероприятий		
9	Освоить способы решения правовых экологических задач, применения результатов оценки состояния экосистем для планирования мероприятий по восстановлению их потенциала		
10	Изучить универсальные пакеты прикладных компьютерных программ		
11	Научиться работать с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях и создавать базы экспериментальных биологических данных		
12	Освоить навыки использования основных технических средств поиска научно-биологической информации		
13	На основе полученных на практике знаний, умений и навыков _____ _____ (виды работ согласно индивидуальному заданию)		

**Руководитель практики от ФГБОУ ВО РГАТУ**

\_\_\_\_\_ (должность, звание)

\_\_\_\_\_ (подпись)

\_\_\_\_\_ ( ФИО)

**Руководитель практики от \_\_\_\_\_**

\_\_\_\_\_ (название организации)

•

\_\_\_\_\_ (должность, звание)

\_\_\_\_\_ (подпись)

\_\_\_\_\_ ( ФИО)

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е. Рекомендации по оформлению списка использованных источников

Список использованных источников является обязательной составной частью выпускной квалификационной работы и показывает умение выпускника применять на практике знания, полученные при изучении соответствующих учебных дисциплин, а также характеризует степень изученности проблемы.

В список включаются библиографические сведения об использованных при подготовке работы источниках. Обязательно надо включить источники из электронной библиотеки ФГБОУ ВО РГАТУ.

Основу списка использованных источников должны составлять научные статьи, авторефераты диссертаций, монографии. Могут быть приведены справочники, экологические и природоохранные ГОСТы и законы. Учебники в список использованных источников включать запрещается.

Рекомендуется включать в список также библиографические записи на цитируемые в тексте работы документы и источники статистических сведений.

В работах ретроспективного или обзорного характера возникает необходимость упоминания того или иного издания. В том случае, если в список включаются библиографические сведения об изданиях, с которыми читатель непосредственно незнакомился, в библиографической записи указывается источник сведений, из которого взяты данные об издании (по форме: «Цит. по ...» или «Приводится по ...»).

Составление списка – длительный процесс, начинающийся с момента определения темы работы. Необходимо сразу начать вести личную библиографическую картотеку (удобнее – на отдельных карточках или в отдельном электронном документе), выписывая из каталогов, картотек, библиографических пособий, списков в изданиях все источники, которые имеют отношение к теме. При ознакомлении с каждым источником библиографические данные проверяются и уточняются. Цитаты, фактические, статистические и иные сведения выписываются с точным указанием страниц.

Все библиографические сведения необходимо приводить по правилам, предусмотренным действующими государственными стандартами.

Сведения о книгах (монографии, учебники, справочники и т.п.) должны включать: фамилию и инициалы автора (авторов), название книги, город, издательство, год издания, количество страниц.

При наличии трех и более авторов допускается указывать фамилию и инициалы только первого из них и слова «и др.». Наименование места издания необходимо приводить полностью в именительном падеже, допускается сокращение названия только двух городов – Москва (М.) и Санкт-Петербург (СПб.).

Сведения о статье из периодического издания должны включать: фамилию и инициалы автора, заглавие статьи, наименование издания (журнала), наименование серии, год выпуска, том, номер издания (журнала), страницы, на которых помещена статья.

Сведения о стандарте должны включать: обозначение и наименование стандарта.

*Примеры:*

***Книги одного, двух, трех авторов***

1. Коренман, И. М. Фотометрический анализ: Методы определения органических соединений [Текст] / И. М. Коренман. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1975. – 359 с.

2. Энтелис, С. Г. Кинетика реакций в жидкой фазе: Количеств, учет влияния среды [Текст] / С. Г. Энтелис, Р. П. Тигер. – М.: Химия, 1973. – 416 с.

3. Фиалков, Н. Я. Физическая химия неводных растворов [Текст] / Н. Я. Фиалков, А. Н. Житомирский, Ю. Н. Тарасенко. – Л.: Химия. Ленингр. отделение, 1973. – 376 с.

4. Flanaut, J. Les elements des terres rares [Текст] / J. Flanaut. – Paris: Masson, 1969. – 165 p.

***Книги четырех и более авторов, а также сборники статей***

5. Комплексные соединения в аналитической химии: Теория и практика применения [Текст] / Ф. Умланд, А. Янсен, Д. Тириг, Г. Вюнш. – М.: Мир, 1975. – 531 с.

6. Обеспечение качества результатов химического анализа [Текст] / П. Буйташ, Н. М. Кузьмин, Л. Лейстнер и др. – М.: Наука, 1993. – 165 с.

7. Аналитическая химия и экстракционные процессы: Сб. ст. [Текст] / Отв. ред. А. Т. Пилипенко, Б. И. Набиванец. – Киев: Наук, думка, 1970. – 119 с.

8. Experiments in materials science [Текст] / E.C. Subbarac, D. Chakravorty, M.F. Merriam, V. Raghavan. – New York a.c: McGraw-Hill, 1972. – 274 p.

***Статьи из журналов и газет***

9. Чалков, Н. Я. Химико-спектральный анализ металлов высокой чистоты [Текст] / Н.Я. Чалков // Завод. лаб. – 1980. – Т. 46. – № 9. – С. 813-814.

10. Козлов, Н. С. Синтез и свойства фторосодержащих ароматических азометинов [Текст] / Н. С. Козлов, Л. Ф. Гладченко // Изв. АН БССР. Сер. хим. наук. – 1981. – № 1. – С. 86-89.

11. Марчак, Т. В. Сорбционно-фотометрическое определение микроколичеств никеля [Текст] / Т. В. Марчак, Г. Д. Брыкина, Т. А. Белявская // Журн. аналит. химии. – 1981. – Т. 36. – № 3. – С. 513-517.

12. Определение водорода в магнии, цирконии, натрии и литии на установке С2532 [Текст]/ Е. Д. Маликова, В. П. Велюханов, Л. С. Махинова, Л. Л. Кунин // Журн. физ. химии. – 1980. – Т. 54. – Вып. 11. – С. 2846-2848.

13. Иванов, Н. Стальной зажим: ЕС пытается ограничить поставки металла из России [Текст] / Николай Иванов // Коммерсантъ. – 2001. – 4 дек. – С. 8.

14. Mukai, K. Determination of phosphorus in hypereutectical aluminium-silicon alloys [Текст] / K. Mukai // Talanta. – 1972. – Vol. 19. – № 4. – P. 489-495.

#### ***Статья из продолжающегося издания***

15. Живописцев, В. П. Комплексные соединения тория с диантипирилметаном [Текст] / В. П. Живописцев, Л. П. Пятосин // Учен. зап.– Пермь: изд-во Перм. ун-та, 1970. – № 207. – С. 184-191.

#### ***Статьи из неперiodических сборников***

16. Любомилова, Г. В. Определение алюминия в тантало-ниобиевых минералах [Текст] / Г. В. Любомилова, А. Д. Миллер // Новые метод. исслед. по анализу редкоземельн. минералов, руд и горн. пород. – М., 1970. – С. 90-93.

17. Маркович, Дж. Ассоциация солей длинноцепочечных третичных аминов в углеводородах [Текст] / Дж. Маркович, А. Кертес // Химия экстракции: Докл. Межд. конф., Гетеборг, Швеция, 27 авг. – 1 сент. 1971. – М., 1971. – С. 223-231.

#### ***Диссертация***

18. Ганюхина, Т. Г. Модификация свойств ПВХ в процессе синтеза: Дис.канд. хим. наук: 02.00.06 [Текст] / Т. Г. Ганюхина. – Н. Новгород, 1999. – 109 с.

#### ***Автореферат диссертации***

19. Балашова, Т. В. Синтез, строение и свойства бипиридилных комплексов редкоземельных элементов: Автореф. дис. канд. хим. наук: 02.00.08 [Текст] / Т. В. Балашова. – Н. Новгород, 2001. – 21 с.

### *Депонированные научные работы*

20. Крылов, А. В. Гетерофазная кристаллизация бромида серебра [Текст] / А. В. Крылов, В. В. Бабкин; Редкол. «Журн. прикладной химии». – Л., 1982. – 11 с. – Деп. в ВИНТИ 24.03.82; № 1286-82.

21. Кузнецов, Ю.С. Изменение скорости звука в холодильных расплавах [Текст] / Ю. С. Кузнецов; Моск. хим.-технол. ин-т. – М., 1982. – 10 с. – Деп. в ВИНТИ 27.05.82; № 2641.

### *Патентные документы*

22. А.с. 1007970 СССР, МКИ4 В 03 С 7/12, А 22 С 17/04. Устройство для разделения многокомпонентного сырья [Текст] / Б. С. Бабакин, Э. И. Каухчешвили, А. И. Ангелов (СССР). – № 3599260/28-13; Заявлено 2.06.85; Оpubл. 30.10.85, Бюл. № 28. – 2 с.

23. Пат. 4194039 США, МКИЗ В 32 В 7/2, В 32 В 27/08. Multi-layerpivolefinshrinkfilm [Текст] / W.B. Muelier; W.R. Grace&Co. – № 896963; Заявлено 17.04.78; Оpubл. 18.03.80. – 3 с.

24. Заявка 54-161681 Япония, МКИ2 В 29 D 23/18. Способ изготовления гибких трубок [Текст] / Йосиаки Инаба; К.К. ТоеКасэй. – № 53-69874; Заявлено 12.06.78; Оpubл.21.12.79. – 4 с.

### *Стандарт*

25. ГОСТ 10749.1-80. Спирт этиловый технический. Методы анализа. – Взамен ГОСТ 10749-72; Введ. 01.01.82 до 01.01.87[Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 4 с.

26. Отчет о НИР. Проведение испытания теплотехнических свойств камеры КХС-2 – 12-ВЗ: Отчет о НИР (промежуточ.) / Всесоюз. заоч. ин-т пищ. пром-сти (ВЗИПП); Руководитель В. М. Шавра[Текст]. – ОЦО 102ТЗ; КГ ГР 80057138; Инв.№Б119699. – М., 1981. – 90 с.

### *Электронные ресурсы*

27. Кубракова, О. М. – Электрон. текстовые дан. (1 файл). – Томск, 2004. – Режим доступа: <http://www.lib.tru.ru/fullext/m/2004/m26.pdf>, свободный. – Загл. с экрана.



28. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]/Центр информ. Технологий РГБ; ред. Власенко Т.В.; Web-мастер Козлова Н.В. – Электрон. Дан. – М.: Рос.гос. б-ка, 1977. – Режим доступа: <http://www.rsb.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

### ***Реферат из реферативного журнала***

29. [Реферат] // Химия: РЖ. – 1981. – № 1, вып. 19С – С. 38 (1 С138). Реф. ст.: Richardson, S. M. Simulation of injection moulding / S.M. Richardson, H. J. Pearson, J.R.A. Pearson// Plast and Rubber: Process. – 1980. – Vol. 5, № 2. – P. 55-60.

– Необходимо представлять единый список литературы к работе в целом. В этом случае каждый источник упоминается в списке один раз, вне зависимости от того, как часто на него приводится ссылка в тексте работы.

– Литературные источники необходимо располагать в алфавитном порядке без разделения по видовому признаку издания (например: книги, статьи, законы, электронные издания и др.).

– Произведения одного автора расставляются в списке по алфавиту заглавий или по годам публикации, в прямом хронологическом порядке (такой порядок группировки позволяет проследить за динамикой взглядов определенного автора на проблему).

– Начинается список с работ ученых на русском языке, после них в соответствии с латинским алфавитом в список включаются работы на иностранных языках.

– Затем все библиографические записи в списке последовательно нумеруются.

– Список должен включать не менее 30 библиографических источников.

–

### **Оформление ссылок в тексте работы**

Библиографические ссылки употребляют:

- при цитировании;
- при заимствовании положений, формул, таблиц, иллюстраций;
- при необходимости обращения к другому изданию, где более полно изложен вопрос.

Внутритекстовые ссылки размещаются непосредственно в строке после текста, к которому относятся. Оформляются в скобках с указанием номера в списке литературы, например [31]. Могут быть приведены ссылки на несколько работ одного или разных авторов[12-17, 19].

Возможные примеры ссылок на литературные источники в выпускной квалификационной работе: «Как сообщают И.В. Ивашов[17], Л.Н. Пан [36],...»; «Согласно исследованиям В.В. Добровольского [15]...»; «Работы А.Д. Жигали-

на [7, 8] свидетельствуют о...»; «Изучая особенности циркуляции экотоксикантов, Л.А. Головлева [3] пришла к выводу, что ...»; «Авторами (Ю.Г. Жуковский, А.Г. Фарцейгер и др. [11]) определена высокая токсичность фосфорорганических пестицидов для голубей...»; «А.А. Петров [13] при проведении экспериментов получил результаты, не соответствующие данным И.П. Смирнова [17]...».

При цитировании работ ученых, законодательных актов и других источников кавычки не ставятся. При составлении обзора литературы возможно использование текста из разных работ без употребления вводных фраз, приведенных в предыдущем абзаце. В итоге должен получиться связный текст, характеризующий степень изученности определенного вопроса.

Цифра в квадратных скобках обозначает номер источника в списке использованных источников.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Ж. Общие требования к оформлению текста отчета о производственной (преддипломной) практике

При выполнении отчета по практике с использованием компьютера необходимо придерживаться следующих правил: левое поле – 20 мм, правое – 10 мм, верхнее и нижнее – по 20 мм; шрифт – 14 пт, Times New Roman; межстрочный интервал в тексте – 1,5, в заголовках и графах таблиц – 1; интервал между заголовками глав и разделов и текстом – 2. Абзацный отступ – 1,25. Переносы выставляются автоматически.

**Требования к изложению текста.** Изложение содержания пояснительной записки должно быть кратким и четким. В тексте должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами или общепринятые в научно-технической литературе.

Условные буквенные обозначения величин, а также условные графические обозначения должны соответствовать требованиям государственных стандартов (это относится и к единицам измерения). Условные буквенные обозначения должны быть тождественными во всех разделах записки.

В тексте, за исключением формул, таблиц и рисунков, не допускается:

- применять математический знак минус (-) перед отрицательными значениями величин (следует писать слово «минус»);
- применять знак « $\emptyset$ » для обозначения диаметра (следует писать слово «диаметр»). При указании размера или предельных отклонений диаметра на чертежах, помещенных в тексте документа, перед размерным числом следует писать знак « $\emptyset$ »;
- применять без числовых значений математические знаки, например:
  - (больше), < (меньше), = (равно), > (больше или равно), < (меньше или равно),
  - $\neq$  (не равно), а также № (номер), % (процент);
- применять индексы стандартов, технических условий без регистрационного номера.

**Правила печатания знаков.** Знаки препинания (точка, запятая, двоеточие, точка с запятой, многоточие, восклицательный и вопросительный знаки) от предшествующих слов пробелом не отделяют, а от последующих отделяют одним пробелом.

Дефис от предшествующих и последующих элементов не отделяют.

Тире от предшествующих и последующих элементов отделяют обязательно.

Кавычки и скобки не отбивают от заключенных в них элементов. Знаки препинания от кавычек и скобок не отбивают.

Знак № применяют только с относящимися к нему числами, между ними ставят пробел.

Знаки процента от чисел отбивают.

Знак градуса температуры отделяется от числа, если за ним следует сокращенное обозначение шкалы (например, 15 °С, но 15° Цельсия).

*Числа и даты.* Многозначные числа пишут арабскими цифрами и разбивают на классы (например: 13 692). Не разбивают четырехзначные числа и числа, обозначающие номера.

Числа должны быть отбиты от относящихся к ним наименований (например: 25 м). Числа с буквами в обозначениях не разбиваются (например: в пункте 26). Числа и буквы, разделённые точкой, не имеют отбивки (например: 2.13.6.).

Основные математические знаки перед числами в значении положительной или отрицательной величины, степени увеличения от чисел не отделяют (например: -15, ×20).

Для обозначения диапазона значений употребляют один из способов: многоточие, тире, либо предлоги от ... до ... . По всему тексту следует придерживаться принципа единообразия.

Сложные существительные и прилагательные с числами в их составе рекомендуется писать в буквенно-цифровой форме (например: 150-летие, 30-градусный, 25-процентный).

Стандартной формой написания дат является следующая: 20.03.93 г. Возможны и другие как цифровые, так и словесно-цифровые формы: 20.03.1993 г., 22 марта 1993 г.

Все виды некалендарных лет (бюджетный, отчётный, учебный), т.е. начинающихся в одном году, а заканчивающихся в другом, пишут через косую черту: *В 1993/94 учебном году. Отчётный 1993/1994 год.*

*Сокращения.* Используемые сокращения должны соответствовать правилам грамматики, а также требованиям государственных стандартов.

Однотипные слова и словосочетания везде должны либо сокращаться, либо нет (например: *в 1919 году и XX веке* или *в 1919 г. и XX в.*; *и другие, то есть* или *и др., т.е.*).

Существует ряд общепринятых графических сокращений:

Сокращения, употребляемые самостоятельно: *и др., и пр., и т.д., и т.п.*

Употребляемые только при именах и фамилиях: *г-н, т., им., акад., д-р., доц., канд. физ.-мат.наук, ген., чл.-кор.* Напр.: *доц. Иванов И. И.*

Слова, сокращаемые только при географических названиях: *г., с., пос., обл., ул., просп.* Например: *в с. Н. Павловка, но: в нашем селе.*

Употребляемые только при цифрах: *в., вв., г., гг., до н.э., г.н.э., тыс., млн., млрд., экз., к., р.* Например: *20 млн. р., р. 20 к.*

Используемые в тексте сокращения поясняют в скобках после первого употребления сокращаемого понятия. Напр.: *... заканчивается этапом составления технического задания (ТЗ).*

В пояснительной записке следует применять стандартизованные единицы физических величин, их наименования и обозначения в соответствии с ГОСТ 8.417 или ГОСТ 8.430. В качестве обозначений предусмотрены буквенные обозначения и специальные знаки, например: *20,5 кг, 438 Дж/(кг·К), 36 °С.* При написании сложных единиц комбинировать буквенные обозначения и наимено-

вания не допускается. Наряду с единицами СИ, при необходимости, в скобках указывают единицы ранее применявшихся систем, разрешенных к применению.

**Требования к оформлению формул.** Формулы должны быть оформлены в редакторе формул *Equation Editor* и вставлены в документ как объект.

Размеры шрифта для формул:

- обычный – 14 пт;
- крупный индекс – 10 пт;
- мелкий индекс – 8 пт;
- крупный символ – 20 пт;
- мелкий символ – 14 пт.

Значения указанных символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должны быть приведены непосредственно под формулой, причём каждый символ и его размерность пишется с новой строки и в той последовательности, в которой они приведены в формуле. Первая строка расшифровки должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него.

*Пример:*

Урожай соломы при 19 % влажности определяется по формуле:

$$Y = \frac{X(100 - B)}{81}, \quad (1)$$

где  $X$  – урожай соломы в поле, ц/га;

$B$  – фактическая влажность соломы, %.

Все формулы нумеруются арабскими цифрами, номер ставят с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках. Нумерация формул в пределах пояснительной записки сквозная. При переносе формулы номер ставят напротив последней строки в край текста. Если формула помещена в рамку, номер помещают вне рамки против основной строки формулы.

Группа формул, объединённых фигурной скобкой, имеет один номер, помещаемый точно против острия скобки.

При ссылке на формулу в тексте её номер ставят в круглых скобках. Например:

Из формулы (1) следует...

В конце формулы и в тексте перед ней знаки препинания ставят в соответствии с правилами пунктуации. Формулы, следующие одна за другой, отделяют запятой или точкой с запятой, которые ставят за формулами до их номера. Переносы формул со строки на строку осуществляются в первую очередь на знаках отношения (=; ≠; ≥, ≤ и т.п.), во вторую – на знаках сложения и вычитания, в третью – на знаке умножения в виде косога креста. Знак следует повторить в начале второй строки. Все расчеты представляются в системе СИ.

**Требования к оформлению иллюстраций.** Иллюстрации, сопровождающие работу, могут быть выполнены в виде диаграмм, графиков, чертежей, карт, фотоснимков и др. Указанный материал выполняется на формате А4, т.е. размеры иллюстраций не должны превышать формата страницы с учётом полей. Если ширина рисунка больше 8 см, то его располагают симметрично посередине. Если его ширина менее 8 см, то рисунок, как правило, располагают с краю, в об-

рамлении текста. Допускается размещение нескольких иллюстраций на одном листе. Иллюстрации могут быть расположены по тексту пояснительной записки, а также даны в приложении. Сложные иллюстрации могут выполняться на листах формата А3 и больше со сгибом для размещения в пояснительной записке.

Все иллюстрации нумеруются в пределах текста арабскими буквами (если их более одной). Нумерация рисунков должна быть сквозной, например, рисунок 10. Иллюстрации должны иметь, наименование и экспликацию (поясняющий текст или данные). Наименование помещают под иллюстрацией, а экспликацию над наименованием. В тексте необходимо проанализировать результаты, отображенные на рисунке, и сделать в скобках ссылку – например (рисунок 10).

При оформлении графиков оси абсцисс и ординат отображаются сплошными линиями. На концах координатных осей стрелки не ставят (рисунок 1).

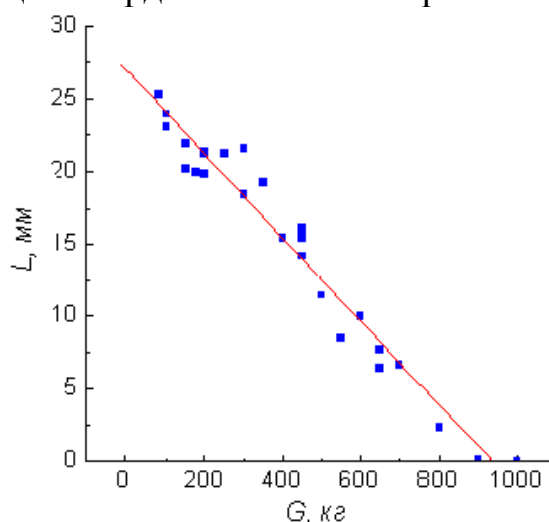


Рисунок 1 – Зависимость массы груза от линейных размеров.

Числовые значения масштаба шкал осей координат пишут за пределами графика (левее оси ординат и ниже оси абсцисс). По осям координат должны быть указаны условные обозначения и размерности отложенных величин в принятых сокращениях. На графике следует писать только принятые в тексте условные буквенные обозначения. Надписи, относящиеся к кривым и точкам, оставляют только в тех случаях, когда их немного, и они являются краткими. Многословные надписи заменяют цифрами, а расшифровку приводят в подрисуночной подписи.

Схемы выполняют без соблюдения масштаба и пространственного расположения.

Иллюстрации должны быть вставлены в текст одним из следующих способов:

– либо командами ВСТАВКА-РИСУНОК (используемые для вставки рисунков из коллекции, из других программ и файлов, со сканера, созданные кнопками на панели рисования, автофигуры, объекты *Word Art*, а также диаграммы). При этом все иллюстрации, вставляемые как рисунок, должны быть преобразованы в формат графических файлов, поддерживаемых *Word*;

– либо командами ВСТАВКА-ОБЪЕКТ. При этом необходимо, чтобы объект, в котором создана вставляемая иллюстрация, поддерживался редактором *Word* стандартной конфигурации.

Весь иллюстративный материал называется рисунками. Нумерация рисунков сквозная, через весь текст работы. Выравнивание рисунков и подписей под ними выполняется по центру.

*Требования к оформлению таблиц.* Цифровой материал принято помещать в таблицы. Таблицы помещают непосредственно после абзацев, содержащих ссылку на них, а если места недостаточно, то в начале следующей страницы.

Ширина таблиц должна соответствовать ширине текста. Все таблицы, приводимые на одной странице, должны иметь одинаковую ширину.

Все таблицы должны быть пронумерованы. Все таблицы нумеруются в пределах работы арабскими цифрами сквозной нумерацией. Например:

Таблица 1 – Зависимость молекулярных соотношений  $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$  в глинистой фракции от атмосферного увлажнения (по В.А. Денисову, 1962)

Страна	Сумма годовых осадков, мм	$\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$ (в среднем)	Продолжительность сухого сезона, мес.
Судан	525	3,65	11
Гана	625-1250	2,59	8
Конго	1250-2000	2,07	3
Гвинея	2000	1,55	4

Если в таблице встречается повторяющийся текст, то при первом же повторении допускается писать слово «то же», а далее кавычками ( " ). Ставить кавычки вместо повторяющихся цифр, марок, знаков, символов не допускается. Если цифровые или текстовые данные не приводятся в какой-либо строке таблицы, то на ней ставят прочерк (–). Цифры в графах таблиц располагают так, чтобы они следовали одни под другими.

Порядковые номера в таблице выравниваются по центру. Данные, приводимые во втором столбце – по левому краю, в остальных – по центру. Вертикальное выравнивание текста во строках таблицы выполняется по центру. Интервал в таблицах – одинарный, размер шрифта при необходимости 12 пт вместо 14 пт. Но в таком случае все таблицы в работе должны иметь шрифт 12 пт.

При переносе таблицы на другой лист заголовки помещают над первой частью, над последующими пишут надписи «Продолжение таблицы 1», над последней пишут «Окончание таблицы 1». Сноски к таблице печатают непосредственно под ней. При этом вторая строка таблицы с указанием порядковых номеров столбцов должна повторяться на каждой странице.