



Министерство сельского хозяйства  
Российской Федерации  
Федеральное государственное  
бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Самарская государственная  
сельскохозяйственная академия»

Кафедра «Биоэкология и физиология сельскохозяйственных животных»

Л. П. Гниломедова

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
по выполнению выпускных квалификационных работ  
для обучающихся по направлению подготовки 06.03.01 Биология

Кинель  
РИО СГСХА  
2018

УДК 570:577

ББК 40.0

Г-56

**Гниломедова, Л. П.**

**Г-56** Методические указания по выполнению выпускных квалификационных работ / Л. П. Гниломедова. – Кинель : РИО СГСХА, 2018. – 56 с.

В учебном издании представлена структура выпускной квалификационной работы, рекомендованы правила оформления ВКР, изложен порядок защиты выпускных работ. Данное издание предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки: 06.03.01 Биология.

© ФГБОУ ВО Самарская ГСХА, 2018

© Гниломедова Л. П., 2018

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В данном издании представлены требования к структуре и содержанию выпускных квалификационных работ, что позволит студентам самостоятельно подготовить и оформить работу. Пособие нацелено на формирование умения искать и систематизировать нужную информацию, а также грамотно и четко излагать полученные результаты.

Выполнение выпускной квалификационной работы (ВКР) является заключительным этапом проведения государственных итоговых испытаний и имеет своей целью систематизацию, обобщение и закрепление теоретических знаний, практических умений, общекультурных и профессиональных компетенций выпускника. ВКР подлежат размещению в электронно-библиотечной системе академии.

ВКР должна свидетельствовать об уровне сформированности следующих *умений и компетенций* выпускника:

- обосновывать степень актуальности исследования;
- четко формулировать проблему и тему исследования;
- определять цель и задачи, предмет и объект исследования;
- самостоятельно работать с источниками и литературой;
- осуществлять отбор фактического материала/фактов, цифровых данных и других сведений;
- анализировать отобранные факты, статистические данные и другие сведения;
- делать научно обоснованные выводы по научным результатам работы и формулировать практические рекомендации;
- организовывать и проводить научный эксперимент;
- применять научные методы исследования;
- устно представлять основные положения работы, вести научную дискуссию и защищать научные идеи и проекты.

Выпускная работа является самостоятельным исследованием (разработкой) или выполняется в составе коллектива лаборатории, отдела или кафедры, тематика научных исследований которого включает в себя темы ВКР. Выпускная работа может быть разработана на основе результатов научно-исследовательской работы и проектов, выполненных обучающимся. При выполнении ВКР обучающиеся должны показать способности и умения, опираясь на полученные знания и сформированные компетенции, самостоятельно решать на современном уровне задачи в профессиональной области, грамотно излагать специальную информацию и аргументировать свою точку зрения.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Основной *целью* ВКР является определение соответствия уровня теоретических знаний и практических умений выпускника требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки и установление степени готовности выпускника к самостоятельному выполнению профессиональных задач в рамках профиля подготовки.

*Задачи ВКР:*

- углубление, закрепление и систематизация теоретических знаний и применение этих знаний при решении практических комплексных профессиональных задач, связанных с будущей работой выпускников в профильных структурах и организациях;
- формирование и развитие способностей научно-исследовательской работы, в т. ч. умений получения, анализа, систематизации и оформления научных знаний;
- выявление степени подготовленности студентов к самостоятельной работе;
- подготовка выпускника к дальнейшей профессиональной деятельности в зависимости от направления подготовки.

Выпускная работа обучающихся по направлению подготовки: 06.03.01 Биология должна быть связана с разработкой конкретных вопросов в научно-исследовательской, научно-производственной, организационно-управленческой или проектной деятельности; с решением прикладных задач использования биологических систем в хозяйственных и медицинских целях; организацией оценки и восстановления территориальных биоресурсов и природной среды.

Выпускная работа бакалавра является самостоятельным исследованием (разработкой) или выполняется в составе коллектива научной группы, отдела и др., тематика проектных работ которых включает в себя темы ВКР.

Государственная итоговая аттестация выпускника включает государственный экзамен и защиту выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы). ВКР является заключительным этапом проведения государственных итоговых испытаний и имеет своей целью систематизацию, обобщение и закрепление теоретических знаний, практических умений, общекультурных и профессиональных компетенций выпускника. При этом защита выпускной квалификационной работы является обязательным видом государственной итоговой аттестации.



К государственному экзамену по направлению подготовки (специальности) и защите ВКР допускаются лица, завершившие полный курс обучения по одной из основных профессиональных образовательных программ и успешно прошедшие все предшествующие аттестационные испытания, предусмотренные учебным планом. Электронные версии успешно защищенных ВКР в формате PDF передаются в научную библиотеку для размещения на определенном для этих целей сервере.

Результаты любого из видов аттестационных испытаний, включенных в итоговую государственную аттестацию, определяются оценками 5 – «отлично», 4 – «хорошо», 3 – «удовлетворительно», 2 – «неудовлетворительно» и объявляются в тот же день после оформления в установленном порядке протоколов заседаний экзаменационных комиссий.

Лица, завершившие освоение образовательной программы и не подтвердившие соответствие подготовки требованиям образовательного стандарта при защите выпускной квалификационной работы, подлежат отчислению из академии.

## **2. ТЕМА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

ВКР выполняется в сфере профессиональной деятельности по направлению 06.03.01 «Биология» по профилю подготовки *биоэкология*.

Тематика ВКР формируется и утверждается на заседании выпускающей кафедры «Биоэкология и физиология сельскохозяйственных животных» СГСХА. Тематика ВКР подлежит ежегодному обновлению, должна соответствовать современному уровню развития науки и потребностям профессиональной практики, формироваться с учетом предложений работодателей по направлению и профилю подготовки.

### ***Обучающийся имеет право:***

- выбрать тему из предложенной выпускающей кафедрой тематики ВКР на основании личного заявления (прил. 1);
- выбрать тему, предложенную организацией-работодателем, в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки. В этом случае работодатель на официальном бланке оформляет заявку на имя ректора или проректора по учебной работе Академии с предложением конкретной темы исследования (прил. 2);
- предложить свою тему ВКР с обоснованием целесообразности ее разработки при условии соответствия темы направлению и профилю подготовки (прил. 3).

Тема и руководитель ВКР утверждаются приказом Ректора по представлению декана факультета не позднее 4-х недель до защиты.

Корректировка темы ВКР проводится по обращению руководителя ВКР с последующим ее рассмотрением на заседании выпускающей кафедры и утверждается приказом по Академии.

В процессе подготовки ВКР обучающийся должен быть сориентирован на один из предложенных видов исследований:

- исследование **научного характера** содержит анализ и систематизацию научных источников, фактического материала, аргументированные обобщения и выводы по избранной теме. В ВКР должно проявиться знание автором основных методов исследования, умение их применять, владение научным стилем изложения результатов работы;
- исследование **прикладного характера** представляет собой разработку в одной из прикладных областей знания по направлению (профилю) подготовки. Выполнение такой работы можно завершить оформлением акта внедрения.

В соответствии с ФГОС ВО направление подготовки 06.03.01 Биология *область* профессиональной деятельности выпускников 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, природоохранительные технологии, биологическая экспертиза и мониторинг, оценка и восстановление территориальных биоресурсов и природной среды.

Обучающийся по направлению подготовки 06.03.01 Биология готовится к следующим *видам профессиональной деятельности*: научно-исследовательской, научно-производственной проектной, организационно-управленческой, педагогической, информационно-биологической.

Обучающийся по направлению подготовки 06.03.01 Биология с профилем подготовки «биоэкология» в ВКР излагает результаты, полученные в ходе производственной, научно-исследовательской и преддипломной практик.

Темы ВКР научно-исследовательского, организационно-управленческого или производственно-проектного направления, выбранные обучающимися по направлению подготовки 06.03.01 Биология, должны быть ориентированы на:

- решение актуальных природоохранных проблем региона, г. Самара и АПК Самарской области, других регионов РФ;
- планирование и проведение мероприятий по охране природы, оценке и восстановлению территориальных биологических ресурсов, управлению и оптимизации природопользованием;
- проведение биологической экспертизы и мониторинга;
- оценку состояния природной среды, планировании и проведении мероприятий по охране природы;
- оценку и восстановление территориальных биоресурсов и природной среды;
- организацию лабораторных биологических исследований; проведение наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования биологических объектов;
- освоение приемов рационального природопользования по ресурсам (воды, леса, недр, животного и растительного мира) в региональных органах охраны природы и управления природопользованием;
- освоение биологических, биоинженерных, биомедицинских, природоохранительных технологий;
- контроль процессов биологического производства;
- освоение современной аппаратуры и оборудования для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ;
- проведение работ с биологическими объектами в производственных и лабораторных условиях;
- получение биологического материала для научных и лабораторных исследований;
- проведение биоэкологического контроля и мониторинга в региональных отделениях МПР(Министерство природных ресурсов и экологии) и Россельхознадзора;
- разработку эколого-технических рекомендаций и нормативов в научно-исследовательских, научно-производственных, проектных и других организациях.

Выпускная квалификационная работа должна быть содержательной, обязательно основываться на материалах, полученных и творчески переработанных самим выпускником, написана литературным языком, содержать иллюстративный материал, и оформлена в соответствии с правилами, установленными стандартами ГОСТ 7.82-2001, ГОСТ Р 7.0.5-2008, ГОСТ Р 7.0.11-2011.

### 3. РУКОВОДСТВО ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТОЙ

Координацию и контроль подготовки ВКР осуществляет руководитель ВКР. Руководитель ВКР должен иметь ученую степень и/или ученое звание, либо обладать практическим опытом работы в профессиональной сфере.

**В обязанности руководителя ВКР входит:**

- составление задания на ВКР (прил. 4);
- ознакомление обучающегося с планом-графиком выполнения и защиты ВКР, составление индивидуального графика подготовки ВКР и контроль его выполнения;
- рекомендации по подбору и использованию информационных источников и литературы по теме ВКР;
- оказание помощи в разработке плана ВКР;
- консультирование обучающегося по вопросам выполнения ВКР согласно установленному графику консультаций;
- рекомендации по доработке текста ВКР;
- контроль соответствия содержания и оформления ВКР требованиям настоящих методических указаний;
- анализ соответствия полученных результатов цели и задачам ВКР;
- информирование о порядке и содержании процедуры защиты ВКР (в том числе предварительной);
- консультирование в подготовке выступления и подборе иллюстративных материалов к защите;
- контроль за проверкой ВКР на заимствования до предзащиты;
- содействие в подготовке ВКР на внутривузовский или иной конкурс студенческих работ (при соответствии ВКР конкурсным требованиям);
- составление письменного отзыва о ВКР.

Форма отзыва руководителя с заключением о допуске ВКР к защите приведена в приложении 5.

В отзыве руководителя ВКР, как правило, оцениваются такие показатели:

- актуальность темы ВКР;
- степень достижения поставленных в ВКР целей;
- преимущества представленных материалов, (современность используемых методов научных исследований, оригинальность поставленных задач и полученных решений, уровень исследовательской части);
- соответствие содержания теме;

- владение методами сбора, анализа и обработки информации по теме ВКР;
- наличие в ВКР элементов научной и практической новизны;
- наличие и значимость практических предложений и рекомендаций, сформулированных в ВКР;
- владение применяемыми в сфере избранной профессиональной деятельности компьютерными средствами и программным обеспечением;
- полученные при решении задач ВКР результаты, умение их анализировать и интерпретировать, делать на этой основе правильные выводы;
- степень владения автором работы профессиональными знаниями, умениями и навыками;
- подготовленность выпускника, инициативность, ответственность и самостоятельность при решении научных и практических задач;
- способность обучающегося ясно и чётко излагать суть и содержание вопроса;
- правильность оформления ВКР, структура, стиль, язык изложения, библиографический аппарат, а также использование табличных и графических средств представления информации, в соответствии с правилами, установленными ГОСТ 7.82-2001, ГОСТ Р 7.0.5-2008, ГОСТ Р 7.0.11-2011;
- обоснованность данных, приведенных в отчете проверки на заимствование;
- умение применять полученные знания на практике;
- рекомендация ВКР к защите.

Допускается назначение двух руководителей ВКР, если тема ВКР имеет междисциплинарный характер. Руководителями могут быть научные сотрудники и высококвалифицированные специалисты других учреждений и предприятий, а также наиболее опытные преподаватели и научные сотрудники Академии.

По предложению руководителя ВКР в случае необходимости приглашают консультантов по отдельным разделам ВКР.

ВКР выполняется на основе глубокого изучения источников информации по специальности (учебных и методических пособий, монографий, интернет ресурсов, периодической литературы, в т.ч. журналов на иностранных языках, нормативных документов и т.п.).

Работа над ВКР может выполняться студентом непосредственно в Академии. Она также может выполняться на предприятии, в различных природоохранных организациях и других учреждениях.

Перед началом выполнения ВКР студент должен разработать календарный график на весь период с указанием очередности выполнения отдельных ее этапов и после его одобрения руководителем предоставить на утверждение заведующему выпускающей кафедры.

В установленные деканом сроки студент отчитывается перед руководителем и заведующим кафедрой, которые фиксируют степень готовности работы и сообщают об этом декану факультета.

ВКР сдаются руководителю в электронном виде (в формате doc, txt или rtf) с письменным заявлением по принятой форме (Прил. 10), в котором подтверждается его ознакомление с фактом проверки представленной им работы на самостоятельность ее выполнения, отсутствие заимствований из печатных и электронных источников, не подкрепленных соответствующими ссылками, и информированность о возможных санкциях в случае обнаружения плагиата. Отсутствие заявления или электронного варианта письменной работы автоматически влечет за собой отказ на право допуска ВКР к защите.

Руководитель несет ответственность за анализ полученных результатов проверки, принятие решения о доработке и повторной проверке на плагиат, а также допуске ВКР к предзащите или к защите. ВКР в электронном виде проверяет руководитель работы, по результатам проверки выдается протокол проверки на плагиат, который прикладывается к письменной работе.

После проверки ВКР на плагиат решение о ее допуске к защите принимается заведующим кафедрой, на которой выполняется соответствующая работа.

ВКР предоставляется на проверку не позднее, чем за 10 календарных дней до даты защиты.

Руководитель обязан произвести проверку с использованием программных средств самостоятельности выполнения, принять решение о доработке и повторной проверке работы на плагиат или о допуске ВКР к защите, в течение 3 календарных дней.

В соответствии с «Положением о проверке на заимствования и контроля самостоятельности выполнения выпускных квалификационных работ» устанавливаются минимальные требования к оригинальности письменных работ для допуска к защите – 60% (куда входят и грамотно оформленные цитаты). При этом учитывается характер и объем заимствования, а также количество источников (при этом не допускается заимствования из 1 источника более 10 %).

Результаты проверки ВКР могут учитываться при выставлении итоговой оценки. Результаты проверки оформляются итоговым протоколом, который подписывает руководитель.

При повторной проверке ВКР, имеющая менее 60 % оригинального текста, не допускается к защите.

За принятые в ВКР решения и за правильность всех данных отвечает студент - автор работы. Законченная работа, подписанная студентом и консультантами, представляется студентом руководителю. После просмотра и одобрения ВКР руководитель ее подписывает и вместе со своим письменным отзывом представляет заведующему кафедрой.

Заведующий кафедрой на основании этих материалов решает вопрос о допуске студента к защите, делая об этом соответствующую запись на титульном листе работы. В случае если заведующий кафедрой не считает возможным допустить студента к защите ВКР, этот вопрос рассматривается на заседании кафедры с участием руководителя. Протокол заседания кафедры предоставляется через декана факультета на утверждение ректору вуза.

ВКР, допущенная выпускающей кафедрой к защите, направляется деканом факультета на рецензию (прил. 6). Состав рецензентов утверждается деканом факультета по представлению заведующего соответствующей кафедры из числа специалистов производства и научных учреждений. В качестве рецензентов могут выступать также профессора и преподаватели других высших учебных заведений или данного вуза, если они не работают на выпускающей кафедре.

Декан факультета знакомит с рецензией заведующего выпускающей кафедры, студента-дипломника и направляет ВКР с рецензией в ГЭК для защиты. Порядок защиты ВКР определяется Положением о государственных аттестационных комиссиях, утвержденным Министерством образования РФ.

#### **4. СТРУКТУРА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

Объем выпускной квалификационной работы обучающегося составляет не менее 40 страниц (без приложения и списка использованных источников и литературы).

Структура ВКР содержит следующие обязательные элементы:

- титульный лист;
- задание на ВКР;
- реферат;

- оглавление;
- введение;
- основная часть (теоретическая часть; практическая часть: место/объект исследования, материалы и методы исследований, результаты исследования и их анализ; выводы и предложения);
- список использованной литературы и источников;
- приложение (я).

Отзыв руководителя, результаты проверки ВКР на плагиат вкладывают после титульного листа, не подшивают в общий документ, не нумеруют и в оглавлении не фиксируют.

## **5. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

Требования к оформлению ВКР основываются на ГОСТ Р 7.0.11-2011, ГОСТ 7.1-2003 и ГОСТ 7.82-2001.

ВКР оформляется на русском языке. Допускается параллельное оформление текста работы или ее части на иностранном языке (английском, немецком и французском и др.) в форме дополнительного приложения.

Список литературы должен содержать обязательные разделы: нормативная литература; литература (сюда включаются печатные и электронные книги); литература из подписной электронно-библиотечной системы (ЭБС); статьи (печатные и электронные).

Текст ВКР должен быть переплетен (сброшюрован).

Текст ВКР печатается шрифтом: размер (кегель) – 14; тип – Times New Roman, межстрочный интервал – 1,5, абзацный отступ 1,25 см, выравнивание по ширине.

Формат страницы: А4 (210×297 мм). Поля: левое – 30 мм, правое – 10 мм, верхнее – 20 мм, нижнее – 20 мм.

*Нумерация* страниц работы – арабскими цифрами. На титульном листе номер не ставится, но включается в общую нумерацию работы. На страницах номер проставляют в центре нижней части листа, начиная со второй страницы.

Фамилии, названия учреждений, организаций, фирм, названия изданий и другие собственные имена в тексте работы приводятся на языке оригинала. Допускается транслитерировать собственные имена и приводить название организации в переводе на язык работы с добавлением (при первом упоминании) оригинального названия.



Текст основной части делят на главы (разделы) и параграфы (подразделы).

Заголовки глав (заголовки 1 уровня) выравниваются по центру и пишутся ПРОПИСНЫМИ БУКВАМИ, размер (кегель) – 16; шрифт полужирный.

Заголовки параграфов (заголовки 2 уровня) строчными, размер (кегель) – 14; шрифт полужирный. Не допускается перенос слов в заголовках. Точку в конце заголовка не ставят. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Заголовки подразделов отделяются от текста сверху и снизу одним межстрочным интервалом.

Наименования разделов должны иметь порядковую нумерацию в пределах всей работы и обозначаться арабскими цифрами.

Главы нумеруются арабскими цифрами в пределах главы, при этом знак § не ставится.

Иллюстративный материал может быть представлен рисунками, фотографиями, картами, графиками, чертежами, схемами, диаграммами и другим подобным материалом.

На все иллюстрации должны быть приведены ссылки в тексте. Иллюстрации, используемые в ВКР, размещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на них, или на следующей странице, а при необходимости - в приложении к работе.

Иллюстрации – рисунки, фото, схемы, которые расположены на отдельных страницах работы, включают в общую нумерацию. Иллюстрации (кроме таблиц) обозначаются «Рис.» и нумеруются последовательно арабскими цифрами сквозной нумерацией и его наименование располагают посередине строки (прил. 7).

В тексте обязательно должны быть ссылки на иллюстрации, следует писать (рис. 2). Иллюстрации должны быть расположены так, чтобы их было удобно рассматривать без поворота работы или с поворотом по часовой стрелке. Все рисунки рекомендуется размещать непосредственно после текста, в котором на него впервые ссылаются или на следующей странице.

Формулы в тексте ВКР следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией или в пределах главы (раздела).

Номер заключают в круглые скобки и записывают на уровне формулы справа. Уравнения и формулы из текста выделяют отдельными строками. Выше и ниже каждой формулы должен быть оставлен пробел не менее одной строки. Если уравнение не умещается в одну строку, оно может быть перенесено после знака равенства (=), плюс (+), минус (-), умножения (×).

Пояснения символов должны быть приведены в тексте или непосредственно под формулой. Расшифровку значения числовых коэффициентов следует давать под формулой. Обозначения символов дают подряд, через точку с запятой.

Таблицы, используемые в ВКР, размещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на них, или на следующей странице, а при необходимости - в приложении к работы. Таблицы нумеруют арабскими цифрами сквозной нумерацией или в пределах главы (раздела). На все таблицы должны быть приведены ссылки в тексте работы. При ссылке следует писать (табл. 8).

Таблицы оформляются в удобном формате и размере. Таблицы обязательно имеют номер и тематический заголовок. Заголовок таблицы должен отражать ее содержание, быть точным, кратким. Перед таблицей (справа) печатается слово «Таблица», указывается номер таблицы, после номера таблицы точка не ставится. Название таблицы выравнивается по центру.

Таблицу следует располагать непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые. Таблицы, имеющие много граф, печатаются в альбомной ориентации на отдельной странице. Таблицы, имеющие количество строк больше, чем может поместиться на странице, переносятся на другую (другие) страницу, при этом в таблицу вводится дополнительная служебная строка с нумерацией граф, начиная с 1. На каждой следующей странице вместо шапки таблицы печатается строка с нумерацией граф, а перед ней в правом верхнем углу делается указание *Продолжение таблицы* или *Окончание таблицы* (если она заканчивается).

В цифровых таблицах числа, имеющие больше четырех знаков, должны отделяться интервалами в один знак на классы по три цифры в каждом, за исключением чисел, обозначающих номера и календарные годы; классы цифр в графах должны быть выровнены по вертикали; четырехзначные числа разбивают на классы только в том случае, если они находятся в цифровой графе, содержащей цифры с пятью или более знаками.

Примечания и сноски к таблицам должны быть расположены непосредственно под соответствующей таблицей. Сноски к цифрам в таблице обозначаются только звездочками. Шрифт внутри таблицы допускается применять 11-12 кегль, интервал одинарный. Не допускается делить головки таблиц по диагонали. Графу «№ п/п» в таблицу включать не следует.

Не допускается ставить кавычки вместо повторяющихся цифр, марок, знаков, математических и химических символов. Для всех величин, приведенных в таблице, должны быть указаны единицы измерения.

Если цифровые или иные данные в какой-либо строке таблицы не приводят, то в ней ставят прочерк.

## **6. СОДЕРЖАНИЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

Материал, составляющий содержание выпускной (бакалаврской) работы, должен быть тщательно отобран и правильно организован.

*Пример структуры содержания ВКР:*

На тему: «Проблемы загрязнения тяжелыми металлами почв и приемы их защиты в Кинельском районе Самарской области»

### **ОГЛАВЛЕНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	7
1.1 Токсические эффекты тяжелых металлов .....	8
1.2 Источники загрязнения тяжелыми металлами территорий ..	9
1.3 Пути миграции тяжелых металлов по пищевым цепям .....	12
1.4 Приемы снижения загрязнения тяжелыми металлами почв.....	15
1.5 Нормативно-правовые акты регулирования обращения с опасными веществами // Правовое регулирование обращения с потенциально опасными веществами.....	18
2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	20
2.1 Место проведения исследований (Природно-климатическая и экологическая характеристика местности/района) Экологический паспорт предприятия).....	20
2.2 Материал и методика исследований .....	25
2.3 Результаты исследований и их анализ .....	30
ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ .....	40
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИСТОЧНИКОВ .....	41
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	45

## *Требования к основным элементам структуры ВКР*

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ является первой страницей ВКР и оформляется в соответствии с приложением 8.

ЗАДАНИЕ разрабатывает руководитель ВКР и утверждает у заведующего выпускающей кафедры, после чего обучающийся расписывается в его получении с согласованием сроков исполнения (Прило. 4)

РЕФЕРАТ - краткое, точное изложение содержания работы, включающее перечень ключевых слов, основные фактические сведения об объеме, количестве иллюстраций, таблиц, формул, приложений, использованных источников, а так же сокращения используемые в работе. Образец оформления представлен в приложении 9.

Перечень ключевых слов должен включать от 5 до 15 слов или словосочетаний из текста работы, которые в наибольшей мере характеризуют содержание. Ключевые слова приводятся в именительном падеже и печатаются строчными буквами в строчку через запятые.

Особенностью текста реферата является лаконичность, четкость, убедительность формулировок, отсутствие второстепенной информации. В тексте реферата следует употреблять синтаксические конструкции, свойственные языку научных и технических документов, избегать сложных грамматических конструкций. Рекомендуемый объем текста реферата 1 печатная страница.

ВВЕДЕНИЕ. Во введении ВКР раскрываются актуальность темы, степень ее научной разработанности, формулируются цель и задачи работы, определяется объект и предмет исследования, его методология, характеризуются использованные автором теоретические и практические материалы (теоретическая основа исследования) и дается краткая структура работы, отражается практическая значимость результатов проведенного исследования. Рекомендуемый объем не более 3 страниц.

*Актуальность темы исследования*, определяет теоретическую и практическую потребность в ее изучении (Прил. 12). Правильнее начать «Актуальность выбранной темы исследования обусловлена...» и далее в лаконичной форме объяснить, почему данный вопрос важен на современном этапе, обзор некоторых наиболее важных документов по теме; объяснение специфических **особенностей** выполнения работы, изложение ее содержания и распределения материалов.

*Степень разработанности темы* раскрывает вопросы общего развития поставленной проблемы на разных этапах развития отечественной

и зарубежной науки. В обязательном порядке необходимо в качестве пояснений привести ряд работ с указанием выходных данных.

**Цель** заключается в постановке конкретной проблемы, которую необходимо решить при написании ВКР. В свою очередь **задачи** выступают основными направлениями исследования, конкретизирующими цель. Цель может быть достигнута постановкой и решением конкретных **задач**.

Это обычно делается в форме перечисления (изучить, описать, установить, выявить, вывести формулу, разработать методику и т.п.).

Формулировки этих задач необходимо делать как можно более тщательно, поскольку описание их решения должно составить содержание глав работы. Это важно также и потому, что заголовки глав рождаются именно из формулировок задач предпринимаемого исследования.

**Объектом** исследования обозначаются биологические системы, процессы и экологические проблемы, подлежащие изучению в рамках работы.

**Предмет** исследования раскрывается через перечень конкретных аспектов темы, подлежащих исследованию. Предмет исследования – существенные свойства или отношения объекта исследования, познание которых важно для решения теоретических или практических проблем. Предмет исследования определяет границы изучения объекта в конкретном исследовании.

**Методология** исследования предполагает совокупность методов, логических приемов и принципов научного исследования, использованных автором в процессе написания. В работах эмпирического характера приводится **гипотеза исследования** – научное предположение, выдвигаемое для объяснения изучаемых явлений. Кроме того, общую гипотезу нередко конкретизируют в дополнительных частных гипотезах.

**Теоретическая основа** исследования – учения, концепции, парадигмы и другие представления, использованные автором в процессе написания ВКР (описывается в общих чертах).

Описывая **структуру** работы, необходимо указать, из каких именно разделов она состоит.

**Практическая значимость** результатов исследования – описывается, каким образом и где на практике могут использоваться выводы, полученные в результате написания дипломной работы.

**ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ ВКР** должна быть представлена теоретическим и практическим разделами.

**ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ** – систематизированный обзор литературы и других источников информации. Обзор должен показать что является актуальным в данной области исследования и почему это нуждается в первоочередном изучении. Следовательно, теоретическая часть должна подвести к пониманию необходимости и значимости исследований, выполненных автором ВКР.

Объем этой части, в зависимости от особенностей выпускной работы, может сильно варьировать. Теоретические аспекты темы излагаются на основе анализа новейших источников информации и литературы, формулируется позиция и точка зрения автора. Обзор литературы должен быть кратким, но по возможности охватывающим всю литературу, непосредственно относящуюся к теме исследования, опубликованную в отечественных и зарубежных изданиях, а также материалы, представленные в других информационных источниках.

Теоретический обзор дает динамику общей панорамы рассматриваемых вопросов, определяет акценты изученности и перспективы, и таким образом, объективно приводит к актуальности и цели исследования, применению основных задач и правильному порядку изложения материала. Иначе говоря, обзор проводит четкую грань между тем, что изучено и тем, что не изучено или требует уточнения и дополнения.

Чтобы выполнить теоретический обзор, необходимо найти и проанализировать основные научные источники по интересующей проблеме. Первоисточник — это подлинный документ или его фотография; первоиздание или академическое издание текста, в котором впервые дается обстоятельное разъяснение (подробное описание, анализ, разбор противоречий и т.д.) рассматриваемой проблемы.

В этой связи важно помнить следующее:

- не являются источниками пересказы, сделанные другими авторами, даже оснащенные цитатами;
- не являются источниками материалы популярных и художественно-литературных изданий, учебников, словарей и энциклопедий;
- запрещается цитировать основного автора по тексту, процитированному другими.

При написании данного раздела необходимо помнить, что выпускная работа – не реферат.

**ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.** В этом разделе приводится первичный материал, полученный в ходе исследований или экспериментов, а также результаты его обобщения. В этот раздел входят материалы исследования – характеристика места и объекта исследования, научные методы исследования, полученные результаты исследования и их анализ, сделанные

обобщения результатов исследований. Объем практической части должен занимать около 50% объема выпускной квалификационной работы.

Изложение результатов исследования может состоять из нескольких подразделов, число и название которых специфично для каждой работы. Изложение результатов исследования следует снабдить фотографиями, таблицами, графиками и т. п. Достаточно обширные количественные данные необходимо статистически обработать и привести показатели, характеризующие достоверность обнаруженных отклонений от контроля.

Общая характеристика *места исследования* может включать описание компонентов городских, сельскохозяйственных или техногенных природно-антропогенных комплексов:

- 1) географическое расположение;
- 2) экологические особенности объекта – климатические, почвенные, гидрологические, растительные и др.;
- 3) общая характеристика антропогенной нагрузки и хозяйственной деятельности.

В соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) объектами профессиональной деятельности выпускников по направлению подготовки 06.03.01 Биология 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.

**Методы** исследования – совокупность приемов, способы достижения определенной цели практического или теоретического исследования действительности.

Перечень методов, которые могут быть использованы при подготовке ВКР: *теоретические, аналитические, дистанционные, полевые, стационарные, статистические, экспериментальные, математическое моделирование, системный анализ, расчетные, физические, химические, биологические (биотестирование, биоиндикация, микробиологические, серологические).*

В разделе «Результаты исследований и их анализ» могут быть представлены данные экологического состояния компонентов экосистем и природно-антропогенных комплексов.

### *Характеристика растительного сообщества*

Биоэкологическая оценка растительных ресурсов может содержать следующие данные:

а) общая характеристика растительности на территории исследуемого объекта или населенного пункта – количество видов, история формирования флоры, преобладающие растительные сообщества, древесные и травянистые растения;

б) описание состояния зеленых насаждений – сохранение, улучшение состояния, увеличение площади зеленых насаждений. Расчет эффективности газопоглощения и пылеулавливания по отдельным породам деревьев (табл. 1)

Таблица 1

Характеристика газопоглощения и пылеулавливания насаждений

Породы деревьев	Эффективность газопоглощения, г/сут	Площадь поверхности листы дерева (кустарника), м <sup>2</sup>	Количество осаждаемой пыли, мг/м <sup>2</sup>

в) описание состояния лесов и защитных насаждений.

В случае необходимости, дать характеристику структуре лесного фонда:

- лесистость в процентах, группы лесов, категории лесов.
- древесные ресурсы – количество древесных и кустарниковых пород, средняя плотность насаждений, средний возраст насаждений, потенциальная стоимость лесных ресурсов;
- лесовосстановление и защитное лесоразведение – количество заложённых участков и лесосеменных плантаций, породы деревьев и кустарников, подлежащие лесовосстановлению, питомническое хозяйство;
- защитное лесоразведение в качестве противоэрозионных мероприятий;
- лесопользование – виды рубок, объем заготовленной древесины, площадь рекреационных участков, предоставленных в аренду и пр.;
- санитарные мероприятия и защита лесов от вредителей и болезней.



### *Характеристика животного мира*

Биоэкологическая оценка животных ресурсов может содержать следующие данные:

а) общая характеристика животного мира, в том числе и рыбных запасов;

б) количество видов позвоночных и беспозвоночных животных, типичные представители климатической зоны и места исследования, количество видов рыб, земноводных, пресмыкающихся, млекопитающих, птиц;

в) редкие и исчезающие виды, виды, занесенные в Красную Книгу;

г) состояние биологических ресурсов – основные группы организмов представляющие пользовательский интерес, их видовой состав, количественные и качественные преобразования биоценозов в связи с изменением климатических, почвенных, гидрохимических и других режимов природных комплексов;

д) состояние эндемичных биологических ресурсов, интродукция новых видов, мероприятия по сохранению и восстановлению биоресурсов;

е) биоэкологический прогноз изменения состояния фито- и зооценозов с учетом динамики уровня антропогенной нагрузки на природные комплексы.

### *Воздушная среда*

В экологическую характеристику качества воздуха промышленных территорий или природно-антропогенных комплексов можно включить следующее:

а) данные о суммарных выбросах в атмосферу (за анализируемый период);

б) перечень источников загрязнения атмосферного воздуха (табл. 2), включая автотранспорт;

Таблица 2

Выброс вредных веществ в атмосферу за анализируемый период

Источники выбросов	Количество 0 выбросов, т/год	% к общему количеству выбросов

в) характеристика загрязнений воздуха по приоритетным загрязнителям с классами опасности (по сравнению с ПДК).

г) данные мониторинга состояния атмосферного воздуха (от стационарных постов и передвижных лабораторий)

д) выводы о последствиях загрязнения атмосферы для организмов данного объекта (области, района и пр.);

е) составить биоэкологический прогноз изменения состояния биоты с учетом динамики уровня загрязнения атмосферного воздуха на последующие годы.

### ***Водные объекты***

При экологической оценке водных ресурсов в работе могут быть приведены следующие сведения:

а) общая характеристика водно-ресурсного потенциала данного населенного пункта (области, района, комплекса) (табл. 3);

Таблица 3

#### **Основные характеристики водных бассейнов**

Бассейн	Площадь в пределах области, района, км <sup>2</sup>	Наименование рек	Водные ресурсы в % от общего количества	Удельные ресурсы тыс.м <sup>3</sup> / км/год

б) гидрологический режим рек – максимальный уровень воды, объем стока (средний за последние годы), пик весеннего половодья, подтопление хозяйственных и бытовых территорий, зафиксированные аварии гидротехнических сооружений;

в) оценка загрязнения водных объектов – источники стоков, содержание загрязняющих веществ в воде, превышающее ПДК (табл. 4)

Таблица 4

#### **Расчет индекса загрязнения воды (ИЗВ)**

Пункт наблюдения	Величина индекса загрязнения воды	Качество воды

г) водопотребление и водоотведение – структура и объем водопотребления, водоотведения – количество водопользователей, основные показатели (м<sup>3</sup>), динамика забора воды по бассейнам рек, объемы забираемой воды по отраслям экономики (табл. 5);

Таблица 5

## Количество воды, забранной из водных объектов

Наименование водных объектов (водопровод, артезианская скважина и т.д.)	Лимит воды	Использование воды		
		техническое назначение	вспомогательные цели	хозяйственно-питьевое назначение

д) характеристика сточных вод – объемы и динамика сброса сточных вод в поверхностные водоемы, вид загрязнения, качество воды после очистки (табл. 6);

Таблица 6

## Динамика сброса сточных вод за период

Годы	Объемы сброса сточных вод			
	Всего	Загрязненных	Очищенных	Частично очищенных

е) состояние водоохранных зон;

ж) подземные воды – тип использования, виды загрязнения, источники загрязнения;

д) характеристика загрязняющих веществ антропогенного и природного происхождения.

На основании указанных материалов сделать вывод об экологическом состоянии воды промышленного, хозяйственно-бытового, сельскохозяйственного и питьевого назначения. Составить биоэкологический прогноз изменения состояния биоты с учетом динамики уровня загрязнения водных объектов на последующие годы.

*Почва и земельные ресурсы*

При экологической оценке почвенных и земельных ресурсов могут быть приведены следующие данные:

а) краткая характеристика почвенных ресурсов изучаемого объекта – категории земель (сельскохозяйственного назначения, земли поселений, земли промышленного назначения, особо охраняемые территории, земли лесного фонда, земли запаса);

б) краткая характеристика земель с признаками снижения общего плодородия – засоление, закисление, каменистые почвы, подверженность водной и ветровой эрозии (в га);

в) сведения об антропогенном загрязнении земель (табл. 7);

Таблица 7

Характеристика общего загрязнения почвы

Источник загрязнения	Содержание загрязняющих веществ (по превышению ПДК)

г) данные экологического мониторинга использования удобрений и пестицидов, список запрещенных или непригодных к использованию пестицидов.

Необходимо описать основные источники загрязнения почв: стихийные свалки (бытовых отходов, удобрений, пестицидов). Провести анализ последствий аварийных выбросов или аварии на технических сооружениях прилегающих территорий.

Сделать вывод об экологическом состоянии почвенного покрова места исследования. Составить биоэкологический прогноз изменения состояния биоты места исследования с учетом динамики уровня антропогенной нагрузки на почвы в последующие годы.

*Техногенная и рекреационная среда*

При экологической оценке техногенной или рекреационной среды провести анализ:

а) взаимоотношений природных и антропогенных компонентов окружающей среды населенного пункта;

б) антропогенной нагрузки и масштабов загрязнения среды;

в) влияния загрязнения на состояние объектов природного и культурного наследия;

г) масштабов и последствий интродукция видов и пр.

Экологический анализ может содержать сведения о видах воздействия на окружающую среду (химическое, биологическое, физическое и др. загрязнения, электромагнитное излучение, шум, вибрация); о масштабах нарушенности (антропогенизации) естественного ландшафта; о радиационной обстановки в регионе.

## ***Влияние экологических факторов на здоровье населения***

Исследование влияния природных и антропогенных экологических факторов на здоровье населения включает в себя:

а) демографические показатели – продолжительность жизни по группам, рождаемость и смертность, основные причины общей и профессиональной заболеваемости населения;

б) эпидемиологическая ситуация – стабильные показатели, массовые вспышки инфекционных и эндемичных заболеваний, перечень заболеваемости кишечными, респираторными и другими инфекциями;

в) эколого-медицинские исследования – изменения в окружающей среде и их влияния на здоровье населения. Показатели младенческой смертности и ее причины, радикальные экологически обусловленные заболевания, их диагностика и профилактика, развитие туберкулезной инфекции, СПИДа, отклонения в развитии детей, аллергизация и общая заболеваемость в результате загрязнения тяжелыми металлами и пр.;

г) санитарное состояние водных объектов и водоснабжение населения – контроль за экологическим состоянием водоемов и степенью их загрязнения (химическим, микробиологическим). Показатели нестандартности водоемов по санитарно-химическим и санитарно-микробиологическим показателям;

д) хозяйственно-питьевое водоснабжение – количество источников воды, строительство новых объектов водоснабжения, улучшение качества питьевой воды, организация санитарной охраны, показатели качества воды, реализация ФГП «Чистая вода».

## ***Особо охраняемые природные территории (ООПТ)***

Если в основных направлениях исследования используются методы биомониторинга и оценки состояния природной среды, для планирования и проведения мероприятий по охране природы следует дать характеристику ООПТ:

а) охраняемым природным территориям, проводимым мероприятиям по учету и расширению сети ООПТ в соответствии с законом РФ «Об особо охраняемых природных территориях» (табл. 8);

б) проводимым мероприятиям обеспечения охраны природных комплексов;

## Сведения об ООПТ

Категории ООПТ	Федерального значения	Регионального значения	Всего

в) проводимой научно-исследовательских работе на ООПТ;

г) мероприятиям образовательно-просветительской деятельности, пропаганде среди населения принципов охраны природы и рационального природопользования;

д) описание и категории видов растений и животных занесенных в Красную книгу;

е) особые данные экологического состояния района;

ж) направления подготовки профессиональных и научных кадров.

Проанализировать состояние водных ресурсов ООПТ, состояние водоохраной зоны, источники загрязнения вод (несанкционированные свалки, стоки предприятий, бытовые канализации, стоки с полей). Указать содержание примесей различных загрязняющих веществ в открытых водоемах

С учетом собранного материала проводится анализ экологического состояния и природоохранной деятельности на ООПТ.

По результатам анализа формулируются предложения и рекомендации по совершенствованию работы на ООПТ.

***Планирование и проведение мероприятий по охране природы и природопользованию, оценке и восстановлению биоресурсов***

При выборе темы выпускной работы, связанной с исследованием прикладного направления, с научно-производственной, проектной, организационно-управленческой деятельностью в организации-работодателе, необходимо руководствоваться положениями Федерального закона РФ «Об охране окружающей среды». В связи с этим, всестороннему анализу подлежат:

- характеристика места практики – структура и деятельность организации, приемы контроля состояния окружающей среды, используемые или проектируемые технологии для решения ресурсосберегающих и природоохранных задач;

- соблюдение нормативов качества окружающей среды на основе применения утвержденных биотехнологий;
- внедрение экологически безопасных биотехнологий и биологических производств, используемые средства контроля за выбросами, обезвреживания и утилизации отходов.

В ВКР делаются ссылки на законы, постановления и нормативные документы по контролю за экологической безопасностью, экологическому мониторингу, экологической экспертизе, на документы, позволяющие оценить воздействие данного промышленного предприятия на объекты окружающей среды, которые являются его экологическим паспортом.

При оценке воздействия конкретного промышленного предприятия на состояние природных комплексов используются материалы экологических надзорных служб и экологического аудита. Включаются сведения об эколого-экономической деятельности предприятия (данные о затратах на природоохранные мероприятия, оценка их эффективности). Включаются материалы экологического контроля за воздействием предприятия на окружающую среду (ОВОС).

Дополнительные сведения по этим пунктам можно получить из организационных документов экологической службы предприятия, а также документов по результатам проверки предприятия.

**ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ** должны логически вытекать из задания, задач и основного содержания ВКР. Формулировка выводов должна соответствовать проделанной работе и полученным результатам. Каждый вывод - это главный итог какого-либо этапа исследования или конкретное, наиболее существенное практическое предложение. На основании проведенных исследований и анализа, сделать заключение/выводы об экологической безопасности предприятия или степени нарушения природного комплекса. Сформулировать предложения по совершенствованию природопользования и охраны окружающей среды.

Если работа написана по материалам промышленного или сельскохозяйственного предприятия, необходимо представить предложения по совершенствованию технологических процессов; внедрению новых, экологически безопасных технологий, направленных на охрану и защиту окружающей среды, меры, направленные на снижение негативного влияния предприятия на природу и здоровье населения. По результатам анализа обосновать и предложить конкретные рекомендации по устранению или снижению влияния производства на окружающую природную среду и здоровье населения.

Каждый вывод излагается 1-3 предложениями. Более объемный вывод утрачивает конкретность и соответствует уже части заключения. Большое количество выводов говорит о том, что дипломник не способен отделить основные выводы от второстепенных. Выводы должны быть согласованы с поставленными задачами работы!

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИСТОЧНИКОВ.** Библиографические записи в списке литературы оформляют согласно ГОСТ 7.1- 2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления». Список характеризует степень изученности конкретной проблемы автором и представляет самостоятельную ценность, так как может служить справочным аппаратом для других исследователей. Ссылаться следует на последние периодические издания не старше 5-7 лет. На более ранние издания можно ссылаться лишь в тех случаях, когда в них есть нужные материалы, не включенные в последние издания, но они не должны составлять более 50% от общего библиографического списка.

При наличии в списке литературы на других языках, кроме русского, образуется дополнительный алфавитный ряд, который располагают после изданий на русском языке.

Список литературы должен содержать обязательные разделы: нормативная литература; литература (сюда включаются печатные и электронные книги); литература из электронно-библиотечной системы (ЭБС); статьи (печатные и электронные).

В списке использованной литературы должны быть отражены работы, посвященные:

- фундаментальной или прикладной проблеме, которая лежит в основе работы;
- используемым методам;
- месту, объекту исследования.

Каждая библиографическая запись в списке получает порядковый номер, начинается с красной строки и располагается в алфавитном порядке (относительно заголовка соответствующей источнику библиографической записи). При этом независимо от алфавитного порядка впереди обычно идут нормативные акты.

Правило порядка расположения источников:

- нормативные акты;
- книги;
- печатная периодика;
- источники на электронных носителях локального доступа;



▪ источники на электронных носителях удаленного доступа (т.е. интернет-источники).

Сначала идут источники на русском языке, а потом - на иностранных языках (так же в алфавитном порядке).

*Нормативные акты располагаются в следующем порядке:*

- международные акты, ратифицированные Россией, причем сначала идут документы ООН;
- Конституция России;
- кодексы;
- федеральные законы;
- указы Президента России;
- постановления Правительства России;
- приказы, письма и пр. указания отдельных федеральных министерств и ведомств;
- законы субъектов России;
- распоряжения губернаторов;
- распоряжения областных (республиканских) правительств;
- судебная практика (т.е. постановления Верховного и прочих судов России);
- законодательные акты, утратившие силу.

Общее количество источников должно быть не менее 25. Каждый документ, включенный в список, должен быть описан в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления». ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

### **Примеры оформления списка использованных источников и литературы**

*Нормативные акты и федеральные законы:*

Федеральный закон от [дата] № [номер]. «[название]» // [официальный источник публикации, год, номер, статья]

Законы располагаются не по алфавиту, а по дате принятия (подписания Президентом России) – вначале ранее опубликованные.

Для федеральных актов источниками являются: «Собрание законодательства Российской Федерации», «Российская газета», «Собрание актов Президента и Правительства Российской Федерации» и др.

*Примеры:*

*Нормативные правовые акты*

Конституция Российской Федерации: офиц. текст. – М. : Маркетинг, 2001. – 39 с.

Семейный кодекс Российской Федерации: [федер. закон: принят Гос. Думой 8 дек. 1995 г. : по состоянию на 3 янв. 2001 г.]. – СПб.: Стаун-кантри, 2001. – 94 с.

Конвенция о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой уничтожения 1995 [Электронный ресурс] // Режим доступа: ограниченный, <http://www.consultant.ru> Рус. яз. Заголовок с экрана (дата обращения 29.04.2017 г.)

Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 г. N 74-ФЗ [Электронный ресурс] // Режим доступа: ограниченный, <http://www.consultant.ru> Рус. яз. Заголовок с экрана (дата обращения 29.04.2017 г.)

Федеральный закон от 10.01.2002 № 7 - ФЗ «Об охране окружающей среды»(ред. от 25.06.2012) [Текст] // «Собрание законодательства Российской Федерации».

*Стандарты*

ГОСТ Р 7.0.53-2007. Система стандартов по информации, библиотечно-му и издательскому делу. Издания. Международный стандартный книжный номер. Использование и издательское оформление. – М.: Стандартинформ, 2007. - 5 с.

ГОСТ 7.1 – 2003. Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления [Текст]. – Взамен ГОСТ 7.1-84; введ. 01.01.86. – М. : Изд-во стандартов, 2004. – 64 с.

***Книга одного-трех авторов***

*Примеры :*

Казьмин, В. Д. Экологические болезни [Текст] / Владимир Казьмин. - М. : АСТ : Астрель, 2002. – 503 с.

Стрельцов, В. В. Ресурсосберегающие технологии [Текст] / В. В. Стрельцов, В. Н. Попов, В. Ф. Карпенков. – М. : Колос, 1995. – 200 с.

***Книга, имеющая более трех авторов, указывают первых трех и добавляют «и др.»***

*Пример :*

Тенденции развития плугов для гладкой вспашки [Текст] / В. А. Сакун, Я. П. Лобачевский, С. М. Максименко [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : ЦНИИТЭИтракторосельмаш, 1989. – 35 с.

### ***Книга авторского коллектива под редакцией***

*Примеры :*

Вершинин, П. В. Основы агрофизики [Текст] / П. В. Вершинин, Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков ; под ред. А. Ф. Иоффе, И. Б. Ревута. – М. : Физматгиз, 1999. – 120 с.

Электромагнитные поля в биосфере [Текст] / под ред. Н. В. Красногорский. – М. : Наука, 1984. – 100 с.

Канторович, Л. В. Экономика и оптимизация [Текст] / Л. В. Канторович; отв. ред. В. Л. Макаров. – М. : Наука, 1990. – 85 с.

### ***Журнал и продолжающееся издание***

*Примеры :*

Чухлин, Н. Ф. Повышение надежности и снижение материалоемкости – важнейшее направление совершенствования конструкции тракторов [Текст] / Н. Ф. Чухлин // Тракторы и сельхозмашины. – 1986. – № 2. – С. 15-20.

Кржижановский, Г. М. План ГОЭЛРО [Текст] / Г. М. Кржижановский // Энергетика. – 1961. – № 8. – С. 28-36. – (Изв. высш. учеб. заведений).

Народное образование и культура [Текст] // СССР в цифрах в 1985 г. – М. : 1986. – С. 241-255.

### ***Статья из сборника научных трудов***

*Пример :*

Ломакин, С. Г. Универсальная молотильно-сепарирующая система зерно-уборочных комбайнов [Текст] / С. Г. Ломакин, В. Е. Бердышев // Вузовская наука производству : сб. науч. трудов САУ. – Самара, 1999. – С. 23-28.

### ***Многотомные издания***

*Примеры :*

Гиппиус, З. Н. Сочинение [Текст] : в 2 т. / Зинаида Гиппиус. – М. : Лаком-книга : Габестро, 2001. – 222 с.

Казьмин, В. Д. Справочник домашнего врача [Текст]. В 3 ч. Ч. 2. Детские болезни / Владимир Казьмин. – М. : АСТ, 2002. – 590 с.

### ***Статья из сериального издания***

*Примеры :*

Михайлов, С. А. Езда по-европейски: система платных дорог в России [Текст] / С. А. Михайлов // Независимая газета. - 2002. - 17 июня.

Чемпионы раз в 36 лет? [Текст] / Александр Мартанов // Спорт-экспресс. - 2002. - № 2. - 24 мая.

Маркетинг как концепция рыночного управления [Текст] / Е. П. Голубков // Маркетинг в России и за рубежом. - 2001. - № 1. - С. 89-104.

## Электронные ресурсы

### Примеры :

Электронный каталог ГПНТБ России [Электронный ресурс] : база данных содержит сведения о всех видах лит., поступающей в фонд ГПНТБ России. – Электрон. дан. (5 файлов, 178 тыс. записей). – М., [1999]. – Режим доступа: <http://www.gpntb.ru/win/search/help/el-cat.html>. – Загл. с экрана. - (дата обращения).

Экономический рост [Электронный ресурс] // Новая Россия / Б. Берхина, О. Коковкина, С. Канн. – Новосибирск. - Отделение ГПНТБ СО РАН, 2003. – Режим доступа : <http://www.prometeus.nsc.ru/biblio/newrus> – Загл. с экрана. - (дата обращения: 22.03.2007).

**Оформление ссылок** регламентируется ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления». Стандарт распространяется на библиографические ссылки, используемые в любых опубликованных и неопубликованных документах на любых носителях.

По расположению в документе ссылки могут быть:

- *внутритекстовые*, помещенные в тексте документа;

Также можно ссылки в тексте документа заключать в квадратные скобки. Если ссылку приводят на конкретный фрагмент текста документа, в отсылке указывают порядковый номер и страницы, на которых помещен объект ссылки. Сведения разделяют запятой например: [10, С. 81].

Если объектов ссылки несколько, то их объединяют в одну комплексную библиографическую ссылку. Ссылки, включенные в комплексную ссылку, отделяют друг от друга точкой с запятой с пробелами до и после этого знака. Несколько объектов в одной ссылке располагают в алфавитном или хронологическом порядке.

ПРИЛОЖЕНИЯ оформляются как продолжение работы на последующих ее страницах. Приложения оформляют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105. Материал, дополняющий основной текст работы, допускается помещать в приложениях. В качестве приложения могут быть представлены: графический материал, таблицы, формулы, карты, рисунки, фотографии и другой иллюстративный материал. В разделе «Приложения» рекомендуется представить материал, который может загромождать текст основной части выпускной работы, но вместе с тем – необходимый для более полного освещения условий, методов и результатов работы. Приложения нумеруются и по тексту работы на них обязательно должны быть сделаны ссылки. Приложения нумеруют последовательно арабскими цифрами (без знака №), например: Приложение 1; Приложение 2 и т.д. Каждое приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста отдельной строкой.

Текст ВКР должен быть переплетен (сброшюрован).

## **7. ОТВЕТСТВЕННОСТЬ АВТОРА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

Автор ВКР несёт ответственность за достоверность приведенных данных и сведений, обоснованность выводов и решений, соблюдение законодательных норм об охране авторских прав.

Проверка работы на авторство и заимствование является обязательной. Для этого каждый обучающийся, выполняющий ВКР, должен проверить свою работу на заимствования до прохождения предварительной защиты.

## **8. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ПРЕЗЕНТАЦИИ**

Наилучшим способом представления доклада является компьютерная презентация (КП), имеющая ряд преимуществ перед бумажно-плакатной, позволяет членам ГЭК одновременно изучать ВКР и контролировать выступление студента-выпускника.

Рекомендуемый формат презентации : документ Microsoft Power Point 2003/ 2007/ 2010.

Объем презентации : не более 25 Мб.

Длительность: презентация 15 минут, ответы на вопросы до 15 минут.

Желательно сопровождать выступление презентацией с использованием 15 слайдов, в том числе заголовочного и итогового. Каждый слайд должен иметь заголовок, количество слов в слайде не должно превышать 40. Презентация предполагает сочетание информации различных типов: текста, графических изображений, фото. Не желательно в презентацию защиты ВКР включать анимации, музыкальные и звуковые эффекты, видеофрагменты.

### ***Структура презентации***

В презентации необходимо кратко и наглядно показать содержание ВКР:

Слайд 1 – Титульный слайд. В заголовке следует привести название факультета, кафедры; указать тему ВКР, ФИО (полностью) - дипломника, руководителя работы, консультантов (если имеются), в нижней строчке указать год (рис. 1).

Слайд 2. Актуальность. Цель и задачи ВКР.

Слайд 3. Теоретический раздел (из оглавления списком главы и параграфы, кратко рассмотренные вопросы).

Слайд 4. Практический раздел (из оглавления списком главы и параграфы).

Слайд 5. Характеристика места и объекта исследования.

Слайд 6. Материал и методы исследования.

Слайд 7. Результаты исследования и их анализ.

Слайд 8. Выводы.

Слайд 9. Предложения и рекомендации.

<p>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарская государственная сельскохозяйственная академия» Факультет биотехнологии и ветеринарной медицины Кафедра «Биоэкология и физиология сельскохозяйственных животных»</p> <p><b>ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА</b></p> <p>на тему: «Оценка воздействия сточных вод на окружающую среду и биоресурсы Кинельского района (г.о. Кинель)»</p> <p><b>студента Леус Алены Андреевны</b></p> <p>Руководитель ВКР _____ Консультант ВКР _____</p> <p>Самара 20__</p>
--

Рис. 1. Пример оформления первого ( титульного) слайда презентации ВКР

Слайды презентации должны быть пронумерованы.

***Правила шрифтового оформления***

Тип шрифта: для основного текста гладкий шрифт без засечек (Times New Roman, Arial, Tahoma, Verdana), для заголовка можно использовать декоративный шрифт, если он хорошо читаем.

Рекомендуемый размер шрифта: заголовок 28-44 пункта, обычный текст 20-32 пунктов.

Цвет шрифта и цвет фона должны контрастировать (текст должен хорошо читаться), но не резать глаза.

Курсив, подчеркивание, жирный шрифт, прописные буквы рекомендуется использовать только для смыслового выделения фрагмента текста. Для основного текста не рекомендуется использовать прописные буквы. Шрифтовой контраст можно создать посредством: размера шрифта, толщины шрифта, начертания, формы, направления и цвета.

#### ***Правила выбора цветовой гаммы***

Цветовая гамма должна состоять не более чем из двух-трех цветов.

Существуют не сочетаемые комбинации цветов. Не рекомендуются для фона слайда выбирать яркие цвета – красный, зеленый, желтый.

Черный цвет имеет негативный (мрачный) подтекст. Белый текст на черном фоне читается плохо (инверсия плохо читается).

#### ***Рекомендации по оформлению графической информации:***

- рисунки, фотографии, диаграммы призваны дополнить текстовую информацию или передать ее в более наглядном виде;

- желательно избегать в презентации рисунков, не несущих смысловой нагрузки, если они не являются частью стилевого оформления;

- цвет графических изображений не должен резко контрастировать с общим стилевым оформлением слайда;

- иллюстрации рекомендуется сопровождать пояснительным текстом;

- если графическое изображение используется в качестве фона, то текст на этом фоне должен быть хорошо читаем.

#### ***Рекомендации по расположению информационных блоков на слайде***

- информационных блоков не должно быть слишком много (3-6);

- рекомендуемый размер одного информационного блока – не более 1/2 размера слайда;

- желательно присутствие на странице блоков с разнотипной информацией (текст, графики, диаграммы, таблицы, рисунки), дополняющей друг друга;

- ключевые слова в информационном блоке можно выделить;

- информационные блоки лучше располагать горизонтально, связанные по смыслу блоки – слева направо;

- наиболее важную информацию следует поместить в центр слайда;

- логика предъявления информации на слайдах и в презентации должна соответствовать логике ее изложения.

Помимо правильного расположения текстовых блоков, нужно не забывать и об их содержании – тексте. В нем ни в коем случае не должно содержаться орфографических ошибок.

*Основными принципами составления презентации* являются лаконичность, ясность, уместность, сдержанность, наглядность (подчеркивание ключевых моментов), запоминаемость (разумное использование анимационных эффектов). Рекомендуется подготовить к каждому слайду заметки по докладу, распечатать их и использовать при подготовке и на презентации. Компьютерная презентация поможет провести доклад, но она не должна его заменять. Если читается только текст слайдов, то это сигнал комиссии, что выпускник не ориентируется в содержании. Можно распечатать некоторые ключевые слайды в качестве раздаточного материала.

После создания презентации и ее оформления, необходимо отрепетировать ее показ и свое выступление, проверить, как будет выглядеть презентация в целом (на экране компьютера или проекционном экране), насколько скоро и адекватно она воспринимается из разных мест аудитории, при разном освещении, шумовом сопровождении, в обстановке, максимально приближенной к реальным условиям выступления.

## **9. ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

### **Допуск к защите ВКР**

Решение о допуске ВКР к защите принимается комиссией, проводящей предзащиту ВКР. Результат предзащиты ВКР с рекомендациями фиксируется в протоколе заседания кафедры.

К предварительной защите обучающийся представляет:

- задание на ВКР, подписанное всеми сторонами;
- полный непереплетенный (несброшюрованный) вариант ВКР;
- доклад о результатах ВКР;
- презентацию и/или иной иллюстративный материал;
- акт проверки ВКР на заимствование;
- отзыв руководителя.

Предзащита ВКР проводится не позднее, чем за 7 дней до даты защиты ВКР комиссией созданной по распоряжению заведующего кафедрой. На предзащите ВКР присутствуют руководители ВКР.

На предзащите ВКР проводится проверка соответствия содержания ВКР заявленной теме, заданию руководителя. В случае отрицательного



результата предзащиты заведующий выпускающей кафедрой имеет право не допускать студента к защите ВКР в установленный графиком срок.

Законченная и оформленная ВКР вместе с ее электронной версией, письменным отзывом руководителя, содержащим акт проверки работы на заимствование, представляется в деканат не позднее установленного графиком подготовки ВКР срока (не позднее чем за 3 дня до защиты).

## **Защита ВКР**

К защите допускаются обучающиеся, представившие в установленный срок ВКР. Для проведения защиты ВКР формируется государственная экзаменационная комиссия (ГЭК) по направлению подготовки, состав которой утверждается в соответствии с Положением об итоговой государственной аттестации выпускников.

Защита ВКР проводится в соответствии с единым графиком итоговой государственной аттестации, утверждаемым проректором по учебной работе Академии по представлению декана.

В соответствии с расписанием экзаменов ГЭК, в сроки, установленные деканатом, студент-дипломник представляет в деканат следующие материалы:

- выпускную квалификационную работу, подписанную исполнителем, руководителем, консультантами (если есть);
- задание по подготовке выпускной квалификационной работы;
- отзыв руководителя;
- отзыв рецензента.

ВКР передается секретарю ГЭК не позднее 12 часов рабочего дня, предшествующего дню защиты работы по расписанию.

Обучающиеся, не представившие ВКР на кафедру в установленный срок, к защите не допускаются.

Отрицательный отзыв руководителя ВКР не влияет на допуск к защите. Оценку по результатам защиты ВКР выставляет ГЭК. Автор ВКР имеет право ознакомиться с отзывом научного руководителя о его работе до начала процедуры защиты.

Защита ВКР проводится на открытом заседании ГЭК.

О месте и времени защиты декан предварительно извещает. На заседании ГЭК по защите ВКР руководитель и рецензент имеют право совещательного голоса (участие последнего в заседаниях ГЭК необязательно).

### Обязательные элементы процедуры защиты:

- выступление автора ВКР;
- ответы обучающегося на вопросы членов ГЭК;
- оглашение отзыва руководителя;
- оглашение рецензии (для рецензируемых работ) и ответы обучающегося на замечания рецензента.
- заключительное слово дипломника.

Для сообщения по содержанию ВКР обучающемуся отводится, как правило, не более 10 минут. Для защиты обучающимся могут представляться дополнительные материалы, характеризующие научную и практическую ценность выполненной работы (печатные статьи по теме, документы, указывающие на практическое применение результатов работы, акты внедрения и т.п.). Вопросы членов комиссии автору ВКР должны находиться в рамках темы. На открытой защите ВКР могут присутствовать все желающие, которые вправе задавать обучающемуся вопросы по теме защищаемой работы.

В заключительном слове дипломнику предоставляется возможность согласиться или не согласиться с замечаниями, сделанными в процессе защиты, привести веские аргументы, подтверждающие правильность его выводов и предложений, дать необходимые справки, дополнительные сведения.

Общая продолжительность защиты одной ВКР не должна превышать 30 минут.

После окончания защиты ВКР с целью оценки ее результатов проводится закрытое заседание ГЭК. При оценке ВКР учитываются: содержание работы, ее оформление, убедительность защиты.

Решение ГЭК об окончательной оценке ВКР принимается с учетом отзыва руководителя, выступления и ответов обучающегося в процессе защиты. При пограничных результатах мнение председателя ГЭК является решающим.

ВКР оценивается членами ГЭК по 4-балльной системе: 5 – «отлично», 4 – «хорошо», 3 – «удовлетворительно» и 2 – «неудовлетворительно».

## Критерии оценки

Оценка **«отлично»** выставляется в том случае, если обучающийся демонстрирует в работе **научного характера**:

- репрезентативность собранного материала, умение анализировать полученную информацию;
- знание основных понятий в исследуемой области, умение оперировать ими;
- степень полноты и точности рассмотрения основных вопросов, раскрытия темы;
- владение методологией и методикой научных исследований и обработки полученных экспериментальных данных;
- умение представить работу в научном контексте;
- владение научным стилем речи;
- аргументированную защиту основных положений работы.

Для ВКР бакалавра **прикладного** характера оценка **«отлично»** выставляется в том случае, если обучающийся демонстрирует:

- высокий уровень владения навыками проектно-экспертной деятельности;
- знание основных методик и технологий в области проектирования;
- умение анализировать проекты своих предшественников в данной области;
- степень полноты и точности рассмотрения основных вопросов, раскрытия темы;
- определение и осуществление основных этапов проектирования;
- высокий достигнутый уровень теоретической подготовки;
- свободное владение письменной и устной коммуникацией;
- аргументированную защиту основных положений работы.

Оценка **«хорошо»** выставляется в том случае, если обучающийся демонстрирует в работе **научного** характера:

- репрезентативность собранного материала, умение анализировать полученную информацию;
- знание основных понятий в исследуемой области, умение оперировать ими;
- владение методологией и методикой научных исследований и обработки полученных экспериментальных данных;
- единичные (негрубые) стилистические и речевые погрешности;
- умение защитить основные положения своей работы.

В ВКР **прикладного** характера оценка «хорошо» выставляется в том случае, если обучающийся демонстрирует:

- хороший уровень владения навыками проектно-экспертной деятельности;
- знание основных методик и технологий в анализируемой области;
- умение анализировать проекты своих предшественников в данной области;
- определение и осуществление основных этапов проектирования;
- свободное владение письменной и устной коммуникацией;
- аргументированную защиту основных положений работы.

В ВКР **научного** характера оценка «удовлетворительно» выставляется в том случае, если обучающийся демонстрирует:

- компилятивность теоретической части работы;
- недостаточно глубокий анализ материала;
- стилистические и речевые ошибки;
- посредственную защиту основных положений работы.

В ВКР **прикладного** характера (проекте) оценка «удовлетворительно» выставляется в том случае, если обучающийся демонстрирует:

- недостаточный уровень владения навыками проектно-экспертной деятельности; недостаточное знание методик и технологий в исследуемой области;
- посредственный анализ проектов своих предшественников в данной области;
- отсутствие самостоятельности в определении и осуществлении основных этапов проектирования
- стилистические и речевые ошибки;
- посредственную защиту основных положений работы.

Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется в том случае, если обучающийся демонстрирует:

- компилятивность (несамостоятельность) работы;
- несамостоятельность анализа научного материала или этапов проектирования;
- грубые стилистические и речевые ошибки;
- неумение защитить основные положения работы.

По результатам итоговой государственной аттестации выпускника комиссия принимает решение, которое оформляется протоколом,

о присвоении квалификации по направлению и профилю подготовки и о выдаче диплома о высшем образовании (в том числе диплома с отличием).

Отметив значимость проведенного исследования, ГЭК может рекомендовать результаты проведенных исследований к внедрению в производство, к использованию в учебном процессе, к опубликованию, ходатайствовать о направлении выпускника в аспирантуру. После защиты ВКР сдается в архив академии.

Выпускникам, полностью выполнившим индивидуальный план работы и спешно прошедшим итоговую государственную аттестацию, присуждается квалификационная академическая степень бакалавра и выдается диплом по соответствующему направлению. ВКР обучающегося, при защите, которой было принято отрицательное решение, может быть представлена к повторной защите после ее переработки, но не ранее чем через один год и не позднее 5 лет. Обучающемуся, не защитившему ВКР бакалавра, выдается академическая справка установленного образца.

Оценки объявляются обучающимся в день защиты.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

*Форма заявления выпускника*

Заведующему кафедрой «Биоэкология и  
физиология с.-х. животных»

От обучающегося \_\_\_\_\_  
4 курса 4 группы очной формы обучения  
по направлению 06.03.01 Биология

### ЗАЯВЛЕНИЕ

Прошу разрешить мне подготовку выпускной квалификационной ра-  
боты бакалавра по теме \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(подпись, расшифровка)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Руководитель \_\_\_\_\_  
(подпись, расшифровка)

*Форма заявления организации*

Декану факультета биотехнологии и  
ветеринарной медицины

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**ЗАЯВКА**

\_\_\_\_\_ (наименование организации, учреждения, предприятия)  
\_\_\_\_\_ предлагает для подготовки выпускной квалификационной  
работы обучающегося (дипломной работы), \_\_\_\_\_,  
обучающегося по направлению подготовки 06.03.01 Биология, следую-  
щее направление исследований (тема ВКР) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Руководитель организации \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ *подпись* \_\_\_\_\_ *расшифровка*

М.П. «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Ответственный исполнитель \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ *подпись* \_\_\_\_\_ *расшифровка*

Тел./ факс \_\_\_\_\_

*Форма заявления выпускника с предложением темы ВКР*

Заведующему кафедрой «Биоэкология и физиология с.-х. животных»

От обучающегося \_\_\_\_\_  
4 курса 4 группы очной формы обучения по направлению обучения  
06.03.01 Биология

**ЗАЯВЛЕНИЕ**

Прошу утвердить тему моей выпускной квалификационной работы

В качестве научного руководителя ВКР прошу назначить \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
*(должность, ученая степень, ученое звание, фамилия, имя, отчество)*

Данная тема является актуальной и выполняется в рамках задания \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
*(описывается обоснование темы)*

Тема соответствует профилю направления подготовки - 06.03.01 Биология.

\_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.  
*(подпись студента)*

Подпись руководителя ВКР \_\_\_\_\_

*(подпись)*

\_\_\_\_\_ *(расшифровка)*

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.



*Образец формы задания*

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
 Федеральное государственное  
 бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
 «Самарская государственная сельскохозяйственная академия»  
 Факультет биотехнологии и ветеринарной медицины

Кафедра «Биоэкология и физиология сельскохозяйственных животных»  
 Направление подготовки: 06.03.01 Биология

Утверждаю:  
 Зав. кафедрой

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

**ЗАДАНИЕ**

На ВКР обучающемуся \_\_\_\_\_

1. Тема ВКР \_\_\_\_\_

Утверждена приказом по академии от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
 Срок сдачи студентом ВКР \_\_\_\_\_

2. Исходные данные к ВКР \_\_\_\_\_

3. Перечень подлежащих разработке вопросов \_\_\_\_\_

4. Консультации с указанием разделов:

Раздел	Консультант	Подпись, дата

Дата выдачи задания \_\_\_\_\_ Руководитель \_\_\_\_\_

5. Календарный план выполнения работы:

	Наименование этапов работы	Срок выполнения	Примечание

Обучающийся \_\_\_\_\_

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_

*Образец отзыва руководителя ВКР*

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное  
бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Самарская государственная сельскохозяйственная академия»  
Факультет биотехнологии и ветеринарной медицины  
Кафедра «Биоэкология и физиология сельскохозяйственных животных»  
Направление подготовки: 06.03.01 Биология

**ОТЗЫВ**

руководителя выпускной квалификационной работы  
обучающегося \_\_\_\_\_,  
(Ф.И.О. обучающегося)

выполненной на тему: \_\_\_\_\_

1. Актуальность работы: \_\_\_\_\_

2. Научная новизна: \_\_\_\_\_

3. Оценка содержания: \_\_\_\_\_

4. Положительные стороны: \_\_\_\_\_

5. Рекомендации по внедрению ВКР: \_\_\_\_\_

6. Оценка работы: \_\_\_\_\_

7. Дополнительная информация для ГЭК: \_\_\_\_\_

Заключение: ВКР бакалавра \_\_\_\_\_

(Ф.И.О. обучающегося)

соответствует требованиям ФГОС ВО к профессиональной подготовке бакалавра по направлению 06.03.01 Биология может быть допущена к защите перед ГЭК, заслуживает оценки «\_\_\_\_\_», а её автор \_\_\_\_\_ достоин присвоения квалификации «бакалавр».

Руководитель \_\_\_\_\_  
(подпись) \_\_\_\_\_ (ФИО полностью)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Образец рецензии

**РЕЦЕНЗИЯ**

на выпускную квалификационную работу ,

обучающегося \_\_\_\_\_, выполненную  
(Ф.И.О. обучающегося)

на тему \_\_\_\_\_

1. Актуальность, новизна: \_\_\_\_\_

2. Глубина, полнота и обоснованность решения задач: \_\_\_\_\_

Качество оформления работы: \_\_\_\_\_

Положительные стороны работы: \_\_\_\_\_

5. Замечания по ВКР:

- 1 \_\_\_\_\_
- 2 \_\_\_\_\_
- 3 \_\_\_\_\_

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Рецензируемая работа отвечает предъявляемым требованиям ФГОС ВО к профессиональной подготовке бакалавра по направлению подготовки - 06.03.01 Биология , может быть допущена к защите перед ГЭК, заслуживает оценки « \_\_\_\_\_ », а её автор \_\_\_\_\_ достоин присвоения квалификации «бакалавр». (ФИО обучающегося)

Рецензент

\_\_\_\_\_  
(ученая степень, звание)\_\_\_\_\_  
(подпись)\_\_\_\_\_  
(расшифровка)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

## Пример оформления иллюстраций

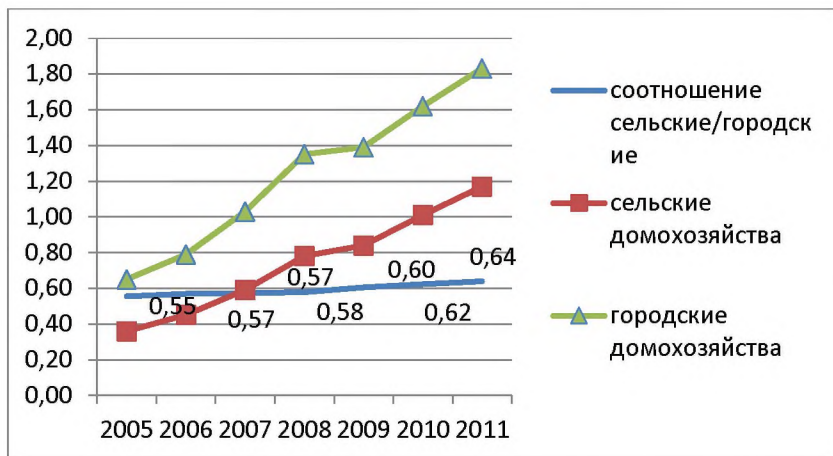


Рис. 1. Соотношение среднедушевых располагаемых ресурсов сельских и городских домохозяйств



Рис. 2. Последствия влияния тяжелых металлов на биотические компоненты экосистем

*Образец титульного листа*

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное  
бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Самарская государственная сельскохозяйственная академия»

Факультет биотехнологии и ветеринарной медицины  
Кафедра «Биоэкология и физиология сельскохозяйственных животных»

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

Обучающегося \_\_\_\_\_  
(ФИО полностью)

на тему: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Руководитель работы \_\_\_\_\_

К защите допускается  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Самара 20\_\_\_\_

**РЕФЕРАТ**

Выпускная квалификационная работа содержит 65 страниц текста, включает 10 рисунков, 6 таблиц, 35 наименований использованных источников, 3 листа приложения.

Ключевые слова: КАЧЕСТВО ВОДЫ, ФАКТОРЫ РИСКА ЗДОРОВЬЯ, НОРМИРОВАНИЕ, ПОЛЛЮТАНТЫ.

В теоретической части работы указано значение качества воды для здоровья человека и животных. Обозначены местные источники загрязнения наземных и подземных вод. Описаны наилучшие существующие и действующие биотехнологии очистки вод.

В работе содержится описание методов анализа качества воды из реки Кинель. Приведено описание приборов порядок работы на них. Описаны наилучшие используемые биотехнологии очистки коммунально-бытовых стоков. Предложены приемы защиты наземных и подземных вод от загрязнения в сельской местности Самарской области.

*Образец формы заявления  
о самостоятельности выполнения письменной работы*

Заведующему кафедрой «Биоэкология и физиология с.-х. животных»

От студента \_\_\_\_\_  
4 курса 4 группы очной формы  
обучения по направлению  
06.03.01 Биология

Заявляю, что в моей выпускной квалификационной работе на тему  
« \_\_\_\_\_ »,   
(название работы)

представленной в государственную экзаменационную комиссию для публичной защиты, не содержится элементов плагиата. Все прямые заимствования из печатных и электронных источников, а также из защищенных ранее письменных работ, кандидатских и докторских диссертаций имеют соответствующие ссылки.

Я ознакомлен(а) с действующим в Академии положением (СМК 04–59–2014 Положение о проверке на заимствования и контроля самостоятельности выполнения выпускных квалификационных работ), согласно которому обнаружение превышающего уровня заимствований является основанием для отказа на право допуска ВКР к защите.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Подпись и расшифровка подписи обучающегося

## Словарь студента-дипломника

**Актуальность темы** – степень ее важности в данный момент и в данной ситуации для решения данной проблемы (задачи, вопроса), приоритетность среди других тем и событий, ее злободневность.

**Анализ результатов** – один из действенных методов мониторинга, с помощью которого по заранее намеченной схеме изучаются результаты учебно-профессиональной деятельности: письменные тексты, графические материалы, технические изделия, творческие работы.

**Библиография** – 1) полный или выборочный список литературы по теме; специальные издания (указатели, каталоги, обзоры), содержащие такие списки; отдел; 2) отдел в периодических изданиях, посвященный краткому обзору вновь выходящих книг.

**Выпускная квалификационная работа (дипломная работа)** – самостоятельная письменная работа, предоставляемая при окончании образовательных учреждений высшего и среднего профессионального образования; выполняется студентом на последнем году обучения и служит одной из форм проверки его подготовленности к самостоятельной работе по специальности.

**Задачи исследования** определяются поставленной целью и представляют собой конкретные последовательные этапы (пути) решения проблемы исследования по достижению основной цели.

**Ключевое слово** – слово или словосочетание, наиболее полно и специфично характеризующее содержание научного документа или его части.

**Метод** – способ достижения определенной цели, совокупность приемов или операций практического или теоретического освоения действительности. Метод – совокупность приемов. Перечень методов, используемых при подготовке ВКР: теоретические, аналитические, дистанционные, полевые, стационарные, статистические, экспериментальные, математическое моделирование, системный анализ, расчетные, физические, химические, биологические (биотестирование, биоиндикация, микробиологические, серологические).



**Обоснование выбора темы** – описание причины выбора именно данной темы, характеристика особенностей современного состояния экономики, права, управления и других общественных явлений, которые актуализируют выбор темы. В описании необходимо обосновать недостаточность ее разработанности в научных исследованиях, необходимость изучения этой проблемы в дипломной работе.

**Объект исследования** – фрагмент объективной реальности, включенный в исследовательский процесс. Его нередко определить достаточно сложно из-за множественности понятий, объектов, связей в различных видах деятельности. Объект исследования может одновременно претендовать на сферу общественной жизни, и на сферу биологии, естествознания, например, природопользование. Объект порождает проблемную ситуацию. Объект исследования всегда шире, чем его предмет. Если объект – область деятельности, то предмет – изучаемый процесс в рамках объекта исследования.

**Предмет исследования** – определенный элемент общественной жизни (реальности), который обладает очевидными границами либо относительной автономностью существования. Именно предмет определяет тему квалификационной (дипломной) работы. Для его исследования формируются цели и задачи.

**Проблема** – в широком смысле – сложный теоретический или практический вопрос, требующий изучения, разрешения; в науке – противоречивая ситуация, выступающая в виде противоположных позиций в объяснении каких-либо явлений, объектов, процессов и требующая адекватной теории для ее разрешения.

**Цель исследования** – ожидаемый, прогнозируемый результат исследования, это мысленное предвосхищение (прогнозирование) результата, определение оптимальных путей решения задач в условиях выбора методов и приемов исследования в процессе подготовки квалификационной (научно-исследовательской) работы.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления», Москва : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации ; М. : Издательство стандартов, 2004 – 95 с.
2. Кузнецов, И. Н. Курсовые и дипломные работы. От выбора темы до защиты: справ. пособие / И. Н. Кузнецов. – Минск : Мисанта, 2003. – 415 с.
3. Кузнецов, И. Н. Научное исследование. Методика проведения и оформления : учеб. пособие / И. Н. Кузнецов. – М. : Дашков и К, 2007. – 457 с.
4. Кузнецов, И. Н. Рефераты, курсовые и дипломные работы. Методика подготовки и оформления : учеб.- метод. пособие / И. Н. Кузнецов. – М. : Дашков и К , 2009 . – 339 с.
5. Лудченко, А. А. Основы научных исследований : учеб. пособие для вузов / под ред. А. А. Лудченко, Я. А. Лудченко, Т. А. Примака. - Киев : Знания, 2000. – 114 с.
6. Оформление курсовых и дипломных работ : методические рекомендации / сост. Петров А. М., Дулов М. И., Петрова С. С. – Самара, 2010. – 38 с.
7. Шкляр, М. Ф. Основы научных исследований : учеб. пособие / М. Ф. Шкляр. – М. : Дашков и К , 2008 . – 243 с.
8. Юнушева, Т. Ю. Методика научных исследований: методические указания/ Т. Ю. Юнушева, Н. М. Шарымова. – Кинель, РИЦ СГСХА, 2014. – 28 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие .....	3
1. Общие положения .....	4
2. Тема выпускной квалификационной работы .....	5
3. Руководство выпускной квалификационной работой .....	8
4. Структура выпускной квалификационной работы .....	11
5. Правила оформления выпускной квалификационной работы .....	12
6. Содержание выпускной квалификационной работы .....	15
7. Ответственность автора выпускной квалификационной работы .....	33
8. Рекомендации по составлению презентации .....	33
9. Защита выпускной квалификационной работы .....	36
Приложения .....	42
Рекомендуемая литература .....	54

Учебное издание

Гниломедова Лариса Павловна

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
по выполнению выпускных квалификационных работ

Отпечатано с готового оригинал-макета  
Подписано в печать 11.04.2018. Формат 60×84 1/16  
Усл. печ. л. 3,2; печ. л. 3,5.  
Тираж 50. Заказ № 97.

Редакционно-издательский отдел ФГБОУ ВО Самарской ГСХА  
446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2  
Тел.: 8 939 754 04 86, доб. 608  
E-mail: [ssaariz@mail.ru](mailto:ssaariz@mail.ru)

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Самарская государственная сельскохозяйственная  
академия»

Кафедра «Биоэкология и физиология с/х животных»

**Физиология животных и человека**

**Методические указания для выполнения  
лабораторно- практических занятий**

Кинель  
РиО СГСХА2019

УДК 591.1 : 612 (07)  
ББК 45. 273 : 28.9 Р  
И- 98

**И–98 Физиология животных и человека : методические указания /составитель А.С.Ищеряков. - Кинель: 2019. - с.**

Данное издание ориентировано на изучение физиологии животных и человека. В методических указаниях освещены методологические основы выполнения лабораторно-практических работ по дисциплине «Физиология животных и человека». Предназначены для студентов по направлению подготовки 06.03.01- «Биология»

Ищеряков А.С.,составление, 2019  
ФГБОУ ВО Самарская ГСХА,2019

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Физиология – общебиологическая дисциплина, изучающая функции здорового организма животных в динамике и постоянном их изменении под влиянием условий внешней среды. Она имеет важное значение в подготовке высококвалифицированных биоэкологов. При изучении дисциплины «Физиология животных и человека» студенты должны знать особенности строения клеток, тканей, органов, их биохимический состав, уметь пользоваться микроскопической техникой, частные и общие закономерности деятельности клеток, тканей, органов и целостного организма, механизмы нейрогуморальной регуляции физиологических процессов и функций у животных и человека, основные физиологические константы организма. Данная дисциплина является предшествующей для изучения последующих дисциплин.

Методические указания составлены в соответствии с рабочей программой и предназначены для студентов очной формы обучения факультета биотехнологии и ветеринарной медицины.

Цель методических указаний – ознакомить студентов с проявлениями физиологических процессов и функций, их закономерностями, а также механизмами регуляции физиологических процессов в организме.

Каждая тема снабжена теоретической частью, контрольными вопросами для устного опроса.

Данные методические указания будут способствовать приобретению необходимых навыков в постановке опытов, систематизации полученных знаний, помогут лучшему усвоению материала дисциплины «Физиология животных и человека»

# ТЕМА 1. ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ОРГАНИЗМА

## Занятие 1

*Цели занятия: а) ознакомление студентов с порядком работы в лаборатории, виварии и на животноводческой ферме; б) ознакомление с техникой безопасности при проведении ЛПЗ; в) фиксация, местное обезболивание и наркоз животных; г) основные приборы, используемые в исследованиях.*

### Охрана труда и техника безопасности в учебном процессе

Лабораторные занятия должны выполняться в условиях, обеспечивающих высокую производительность учебного труда и исключающих возникновение травм, ожогов, ушибов и других повреждений студентов. На занятиях по физиологии часто используются электрические приборы, режущие инструменты, растворы кислот, щелочей и другие средства, а также лабораторных и сельскохозяйственных животных. Включение их в работу требует соблюдения определенных правил охраны труда и техники безопасности, предупреждающих воздействие на студентов опасных и вредных производственных факторов, что особенно необходимо в современных условиях научно-технического прогресса.

### Основные правила предупреждения электротравм

При использовании прибора в работе необходимо до включения произвести его внешний осмотр и убедиться в соответствии потребления им электрического тока и напряжения его в сети. Все токоведущие части должны иметь неповрежденную изоляцию и плотные контакты, а конструкция прибора – соответствовать условиям его эксплуатации и обеспечивать защиту работающего от соприкосновения с токоведущими и двигательными частями. Корпус прибора или металлические его части, доступные для прикосновения человека, подвергают защитному заземлению, показания прибора ставят на нуль. В приборах должна быть действующая звуковая сигнализация, например красная лампочка при включении высокого напряжения. Приборы следует предохранять от попадания на них воды, паров, растворов кислот и щелочей. Перегоревшие предохранители не



заменять самодельными.

### Основные правила работы с реактивами

На занятиях часто используют реактивы в растворах, а в отдельных случаях в виде кристаллов. Точность полученных результатов при выполнении лабораторных опытов во многом зависит от чистоты реактивов. Поэтому их нужно предохранять от загрязнения и держать в закрытой посуде. Случайно рассыпанный реактив вновь вносить в эту же тару нельзя. Реактивы без этикетки и неизвестного состава в работе не используют. Растворы реактивов хранят в плотно закрытой посуде, а легко испаряющиеся - в склянках с двойными шлифованными затворами. Жидкости с резким запахом содержат и переливают только в вытяжном шкафу. Нельзя определять реактивы по запаху из горлышка посуды, а также на вкус. Во время работы на стол выставляют реактивы, необходимые только для данного занятия. Переливать растворы из одной емкости в другую можно с помощью мерных цилиндров, бюреток и пипеток, не допуская их разбрызгивания. Ядовитые жидкости и концентрированные растворы набирают только с помощью резиновой груши или пипетки с баллоном. Твердые вещества, бумагу, вату не выбрасывают, а остатки кислот, щелочей и другие жидкие реактивы не выливают в раковину, а собирают их в специально отведенную посуду.

Необходимо очень осторожно работать с приборами, содержащими ртуть, и не допускать ее утечки при заправке аппаратов. Метиловый спирт – очень ядовитая и легко воспламеняющаяся жидкость, с воздухом образует взрывоопасную смесь. Он сравнительно легко проникает в организм через неповрежденную кожу, а при попадании внутрь до 5-8 г вызывает сильное отравление и потерю зрения. Метиловый спирт по запаху, цвету и вкусу мало отличается от этилового спирта, и поэтому хранить их следует отдельно. Бром имеет свойство испаряться и поэтому сильно раздражает органы дыхания, а при контакте с кожей вызывает ожоги. Он является пожароопасным препаратом, хранят его в специальных банках с притертой пробкой и сверху закрытой шлифованным колпаком. Готовят растворы брома в вытяжном шкафу при активной тяге.

Растворы кислот и щелочей высокой концентрации хранят в небольших емкостях (на 1 л) с плотно закрывающимися пробками. Если во время работы нужно разбавить какую-либо кислоту

(особенно серную и азотную), то ее постепенно вливают в воду, но не наоборот, иначе это вызовет сильную реакцию и разбрызгивание жидкости. При использовании дымящихся кислот (соляной, азотной) надевают очки и респиратор или обвязывают рот и нос сложенной в 2-3 слоя марлей, смоченной 2% раствором гидрокарбоната натрия. В случае проливания кислоты на пол ее засыпают песком или мелким шлаком, собирают и выносят в специально отведенное место. Участок пола, облитый кислотой, промывают раствором гидрокарбоната натрия.

### Основные правила работы с животными

Лабораторные и сельскохозяйственные животные, используемые на занятиях, могут нанести животным различные повреждения: укусы, ранения, ушибы, царапины и другие травмы. Крупные животные чаще их наносят задними конечностями – корова делает резкое движение конечностью в сторону, а лошадь назад. Поэтому подходить к ним необходимо осторожно. С учетом возможного нанесения удара. Для предотвращения травм все манипуляции, связанные с проведением учебных занятий, выполняют на животных после предварительной их фиксации. Все работы проводят так, чтобы выделения животного (слюна, моча, выдыхаемые пары, а также кровь при ее взятии) не попадали на кожу, в глаза, на одежду обучаемого. Поэтому каждый студент на занятиях надевает халат, а при необходимости белый колпак и резиновые перчатки. Вместе с этим обращают внимание на соблюдение противопожарных правил во время занятий. Осторожно пользуются газовыми установками, электронагревательными приборами, спиртовками, открытым огнем. Каждый студент должен знать местонахождение средств пожаротушения и уметь ими пользоваться. При обнаружении каких-либо нарушений правил охраны труда и техники безопасности немедленно сообщают об этом преподавателю.

### Оказание первой помощи при несчастных случаях

При поражении электрическим током пострадавшего как можно быстрее освобождают от действия тока, немедленно оказывают ему помощь и сообщают об этом медицинскому персоналу. Поступление тока к пострадавшему можно прекратить путем отключения прибора или разрыва контакта его с токоведущими частями. Потерпевшему предоставляют полный покой и обеспечивают приток свежего воздуха. При потере

сознания и отсутствии дыхательных движений ему немедленно делают искусственное дыхание и непрямой массаж в области сердца. При наружных ожогах кислотой или щелочью пораженное место в течение 5-7 мин. тщательно обмывают водой до прекращения болевого ощущения. А затем при ожоге кислотой поверхность кожи промывают 2% раствором натрия гидрокарбоната, а при ожоге щелочью – 2% борной или 5% уксусной кислотой. После этого участок поражения снова промывают водой. При попадании кислоты или щелочи в глаза немедленно их промывают слабой струей холодной воды. При случайном проглатывании кислоты, щелочи или другого токсического вещества как можно скорее пострадавшему дают выпить большое количество воды или молока, вызывают рвоту и сообщают врачу.

При укусах, ранениях и царапинах места поражения промывают 2% раствором борной кислоты или танина, кожу вокруг травмы смазывают 5% спиртовым раствором йода, накладывают стерильную повязку и направляют пострадавшего к врачу. При ушибах на участок повреждения кладут какой-либо чистый охлаждающий предмет. При возникновении сильного кровотечения необходимо выше места травмы наложить жгут на 1,5-2 ч. При ожогах на пораженное место накладывают салфетку, обильно смоченную 5% раствором калия перманганата или 2% раствором танина.

#### Фиксация, местное обезболивание и наркоз животных

Ограничение движения у животных производится с целью предохранения работающих с ним студентов от нанесения травматических повреждений. Для этого пользуются различными приемами и методами фиксации. Лошадей фиксируют в станке или на специальном операционном столе, а также путем повала. Движения их можно ограничить поднятием передней конечности с изгибом ее в запястном суставе, наложением закрутки на верхнюю губу или на одну из ушных раковин в области основания.

Коров фиксируют чаще всего в станке или стойле. Держат их за рога и несколько поворачивают голову в сторону. Кроме того коровам накладывают носовые щипцы, которыми сдавливают носовую перегородку, а быков удерживают через кольцо, вставленное в носовую перегородку, и прикрепленное к нему водило. Для этих целей пользуются также различными станками

или производят повал животных.

Свиней обычно укрепляют в положении стоя с использованием металлической закрутки или длинных щипцов. Закрутка представляет собой полую трубу, в которую вставляют подвижный стержень с петлей из капроновой или обычной веревки. Петлю накладывают на верхнюю челюсть и затягивают ее с помощью стержня. Щипцами захватывают шею позади ушных раковин и, сдавливая, удерживают животных в определенном положении.

Собак фиксируют в станках с помощью лямок и намордников, а кроликов и морских свинок – на деревянных или металлических столиках тесьмой или специальными приспособлениями. Для операции этих животных закрепляют на столиках в спинном или брюшном положении.

Птицу фиксируют в станке прямоугольной формы. Размеры его определяют величиной птицы. На верхнюю плоскость станка натягивают плотную ткань с отверстиями для ног и канюли. Крылья и ноги птицы привязывают тесемками к каркасу станка.

Лягушек после предварительного наркотизирования прикрепляют булавками к пробковой пластинке.

Для ограничения движений, расслабления мышц и устранения болевой чувствительности при проведении исследований и физиологических опытов животным применяют местное обезболивание или наркоз. Препараты, используемые для этих целей, нередко вызывают нежелательные, побочные явления. Для их предупреждения и облегчения течения наркоза и местного обезболивания рекомендуется предварительная фармакологическая обработка животных различными лекарственными средствами – премедикация.

При выполнении физиологических опытов иногда требуется поверхностная анестезия кожи, слизистых или серозных оболочек. Достигается это путем распыления на подготовленный участок ткани быстроиспаряющейся и охлаждающейся жидкости – хлорэтила в количестве 10-20 мл. Используют также 5% раствор новокаина, 0,5% или 2% раствор дикаина, которые наносят на слизистую оболочку пипеткой или пропитанным тампоном. Для инфильтрационной анестезии чаще применяют 0,25- 1% раствор новокаина в физиологическом растворе натрия хлорида с последующим внесением в него адреналина 1:1000 в количестве 2

мл на 1 л раствора. Свежеприготовленный раствор вводят в ткани послойно по линии намеченного разреза.

Для наркоза лошадей назначают хлоралгидрат внутрь в дозе 10-12 г на 100 кг массы животного в виде 3-5% растворов с добавлением в них слизистых отваров. Приготовленный раствор дают животному выпить или вводят в желудок через носопищеводный зонд или в прямую кишку из клистерной кружки. Для предупреждения развития рефлекторного шока перед наркозом за 20-30 мин лошади вводят внутримышечно 5 мл 1% раствора атропина сульфата.

Для наркоза крупного рогатого скота чаще всего используют алкоголь из расчета 250-300 мл 40% спирта этилового на 100 кг массы животного. К раствору добавляют 6 г глюкозы на 100 мл алкоголя и вводят его внутривенно медленно (20-30 мл в мин). В целях премедикации за 30-40 мин до наркоза животному вводят внутримышечно аминазин 0,5-0,7 мг/кг в виде 2,5% раствора. Для мелких жвачных в качестве наркоза также применяют 40% спирт этиловый 300-400 мл на одну овцу или козу. Раствор вводят в ротовую полость из бутылки. Для премедикации назначают аминазин в дозе 2,5 мг/кг внутримышечно.

Наркоз у свиней протекает в основном благоприятно, но для премедикации применяют аминазин в дозе 1,2-2 мг/кг или комбелен 0,2 мл на 10 кг массы животного. Для наркоза в большую ушную вену вводят 20% раствор хлоралгидрата в дозе 5 мг на 50 кг массы. Глубокий наркоз наступает также при введении 3% раствора хлоралгидрата из расчета 0,3 г/кг интраперитонеально. Для премедикации собак внутримышечно вводят аминазин 2,5 мг/кг или комбелен 0,3-0,5 мл на 10 кг массы, ослабленным животным дозу уменьшают наполовину. Для ингаляционного наркоза чаще всего применяют эфир, который вносят по 1-2 капли в секунду в маску, укрепленную на лицевой части головы собаки. Фираство́ра тиопентала в дозе 20 мг/кг.

Премедикация кошек, кроликов, птиц достигается внутримышечным введением аминазина 0,2 мг/кг или комбелена в дозе 0,1 мл/кг. Кошек, кроликов, морских свинок мышей и лягушек наркотизируют эфиром под стеклянным колпаком или в камере. Для этого эфир подогревают в теплой воде и пары его подают в колпак или в камеру, туда же можно положить ватный тампон, пропитанный эфиром. Для наркоза птиц применяют тиопентал 18-

20 мг/кг, из которого готовят 5% раствор с добавлением глюкозы и вводят его медленно в подмышечную вену.

### **Контрольные вопросы**

1. Методы физиологических исследований.
2. Фиксация животных при проведении физиологических исследований.
3. Местное обезболивание и наркоз животных.

## **Тема 2. КРОВООБРАЩЕНИЕ**

### **Занятие 2**

**Цели занятия:** а) ознакомление с работой сердца лягушки и ее регистрация, наблюдение за последовательностью сокращения и расслабления его отделов; б) убедиться в автоматической деятельности сердца; в) исследовать влияние температуры на характер автоматии.

**Объект исследования, материалы и оборудование:** лягушка, кимограф, универсальный штатив, серфин, пробковая дощечка для фиксации лягушки, набор хирургических инструментов, спирт этиловый для наркоза, раствор Рингера, салфетки, ватные спиртовые тампоны, кимограф.

1. *Работа 25.* Наблюдение и запись сокращений сердца лягушки.

2. *Работа 57.* Автоматия сердца. Влияние температуры на сердечные сокращения.

**Кровообращение.** Кровь движется по кровеносным сосудам благодаря периодическим сокращениям сердца и эластичности сосудов. Сердце и кровеносные сосуды составляют единую систему кровообращения. Многообразные функции крови могут осуществляться лишь при ее непрерывном движении по сосудам, т.е. при наличии кровообращения.

Сердце является центральным органом системы кровообращения. Функция сердца заключается в перекачивании крови из венозных сосудов в артериальные. Эта функция насоса обеспечивается благодаря ритмическим чередованиям сокращений и расслаблений мускулатуры отделов сердца. Сердце лягушки обладает теми же свойствами, что и сердце теплокровных

животных, но менее чувствительно к колебаниям температуры, газообмена, доставки питательных веществ. Оно состоит из венозного синуса, двух предсердий и одного желудочка. Сердечный цикл начинается с систолы венозного синуса, затем наступает его диастола и систола предсердий. Они сменяются диастолой предсердий и систолой желудочка. Цикл завершается диастолой желудочка.

Сердце, извлеченное из организма, при создании определенных условий продолжает ритмично сокращаться. Это обусловлено автоматией сердца, т.е. способностью приходить в состояние возбуждения без воздействия извне, под влиянием импульсов, возникающих в нем самом.

*Ход работы 1.* Лягушку предварительно обездвигивают путем разрушения головного и спинного мозга. Для этого можно использовать два способа. При первом способе лягушку завертывают в марлевую салфетку и двумя пальцами левой руки прижимают вытянутые задние лапки. Средним и большим пальцами подпирают голову с боков, а указательным слегка наклоняют голову лягушки книзу. В этом случае обозначается положение ромбовидной ямки, соответствующее области сочленения костей и первого позвонка. Проколов мягкие ткани острием зонда, вводят в ромбовидную ямку вертикально зонд так, чтобы ощутить твердую основу позвонка. Зонд переводят в горизонтальное положение и вводят его в спинномозговой канал. Разрушают спинной мозг продвижением зонда несколько раз вдоль позвоночника. Затем снова переводят зонд в вертикальное положение и не вынимая его из ромбовидной ямки, вводят в головной мозг и разрушают его. При втором способе обездвигивания лягушку заворачивают в марлевую салфетку и оставляют свободной голову. Один конец ножниц вводят в ротовую полость, другой устанавливают на 0,5 см сзади от заднего края глаз и отрезают верхнюю челюсть. Ватным тампоном промокают кровь, чтобы был виден спинномозговой канал, вводят в него зонд и разрушают спинной мозг.

Лягушку прикалывают булавками за лапки на дощечку брюшком вверх, согласно методике вскрывают сердце, осторожно пинцетом приподнимают сердечную сорочку (перикард), разрезают ее маленькими ножницами и обнажают сердце.

Верхушку сердца захватывают серфином, соединенным при

помощи нитки с записывающим рычажком, включают кимограф и записывают на его барабане механокардиограмму. Наблюдают за последовательностью сокращений отделов сердца: венозного синуса, предсердий и желудочка, подсчитывают частоту сокращений сердца в минуту.

Кардиограмму записывают в тетрадь, отмечают систолу и диастолу предсердий и желудочка.

**Ход работы 2.** После обездвижения, фиксации на пробковой дощечке, вскрытия и обнажения сердца, как это описано в работе 25, осторожно удалить сердечную сорочку, подвести две лигатуры под разветвления аорты. Одной из них завязать обе аорты, другой – полые вены до их впадения в синус. Собрав все лигатуры в одной руке, отделить сердце от окружающих тканей. Обрезать коротко лигатуры, поместить сердце в стеклянную емкость, наполненную раствором Рингера. При правильной изоляции сердце продолжает сокращаться, что свидетельствует об автоматии. Помещая емкость с сердцем в сосуд с водой с разной температурой, считать число сокращений сердца в минуту. Убедиться в том, что с понижением температуры частота сокращений сердца уменьшается, а с повышением – возрастает.

### **Контрольные вопросы**

1. Понятие о сердечном цикле и его фазах.
2. В какой последовательности происходит заполнение полостей сердца кровью?
3. Назовите клапаны сердца и их функции.



### Занятие 3

**Цели занятия:** а) накладывая лигатуры на разные отделы сердца, установить роль различных отделов проводящей системы в автоматии сердца и выявить наличие градиента автоматии; б) исследовать возбудимость желудочка сердца в различные фазы его деятельности.

**Объект исследования, материалы и оборудование:** лягушка, кимограф, универсальный штатив, серфин, пробковая дощечка для фиксации лягушки, набор хирургических инструментов, спирт этиловый для наркоза, раствор Рингера, салфетки, ватные спиртовые тампоны, кимограф, электростимулятор.

1.Работа 27. Автоматия сердца. Роль проводящей системы в автоматии.

2.Работа 28. Рефрактерность сердечной мышцы. Экстрасистола.

Автоматия - свойство сердца ритмически сокращаться без внешних раздражений под влиянием импульсов, возникающих в нем самом. Автоматия обусловлена наличием в сердце проводящей системы. У млекопитающих эта система состоит из синатриального узла (Кис-Флека), атриовентрикулярного узла (Ашоф-Тавара), пучка Гисса и волокон Пуркине.

В проводящей системе сердца лягушки имеется два узла: узел Ремака в венозном синусе и Биддера в межпредсердной перегородке на границе с желудочком. От узла Биддера отходят волокна, распространяющиеся по всей мускулатуре, кроме его верхушки.

Сердечная мышца, как и любая возбудимая ткань, после прохождения импульса возбуждения впадает в состояние полной невозбудимости –абсолютной рефрактерности. Этот период совпадает с фазой систолы сердечной мышцы.

Нанесенные во время систолы раздражения не вызывают дополнительных сокращений сердца. Если же раздражение наносится во время диастолы (при относительной рефрактерности) или во время общей паузы мышца сердца отвечает внеочередным сокращением – экстрасистолой, за которой следует удлинённая пауза, называемая компенсаторной.

*Ход работы 1.* Лягушку обездвигивают и прикрепляют булавками к дощечке, вскрывают грудобрюшную полость и освобождают сердце от сердечной сорочки. Верхушку сердца захватывают зажимом, соединенным с записывающим рычажком и на кимографе записывают сокращения сердца. Подсчитывают количество сокращений отделов сердца: венозного синуса, предсердий и желудочка в минуту.

Накладывают первую лигатуру Станниуса, для чего проводят глазным пинцетом нитку под дугу аорты и перевязывают сердце на границе между венозным синусом и предсердиями. Наблюдают, что произойдет после перевязки, подсчитывают число сокращений отделов сердца, записывают сокращения сердца. Не снимая первой лигатуры, накладывают вторую лигатуру на границу между предсердиями и желудочком. Подсчитывают количество сокращений отделов сердца в минуту, записывают сокращения сердца.

Во время работы сердце систематически увлажняют раствором Рингера.

*Ход работы 2.* Обездвигивают лягушку и подготавливают ее обычным способом для записи кардиограммы [1, С.62]. Концы электродов от электростимулятора расположить по обе стороны от желудочка сердца. Пускают в ход кимограф и на его барабане записывают нормальную кардиограмму. Затем раздражают сердце одиночными импульсами сверхпороговой силы в начале и середине сокращения сердца. Через несколько нормальных сокращений сердца вновь его раздражают во время сокращения и начале расслабления. Отмечают, в каких случаях сердце не реагирует на раздражение, и в каких наблюдается экстрасистола.

### **Контрольные вопросы**

1. Понятие о сердечном цикле и его фазах.
2. Факторы, обуславливающие строгую очередность отдельных фаз сердечного цикла.
3. Проводящая система сердца. Суть и назначение опыта Станниуса.
4. Абсолютная и относительная рефрактерность сердечной мышцы. Экстрасистола и компенсаторная пауза.
5. Работа сердца. Систолический и минутный объем сердца.

## Занятие 4

**Цель занятия:** изучить влияние раздражения вегетативных нервов на деятельность сердца лягушки и млекопитающих; проследить, как изменяется работа сердца под влиянием гуморальных факторов.

**Объект исследования, материалы и оборудование:** лягушка, кимограф, универсальный штатив, серфин, пробковая дощечка для фиксации лягушки, набор хирургических инструментов, спирт этиловый для наркоза, раствор Рингера, салфетки, ватные спиртовые тампоны, кимограф, электростимулятор.

1. Работа 61. Нервная регуляция деятельности сердца

2. Работа 35. Влияние адреналина, ацетилхолина, калия, кальция на сокращение сердца лягушки

3. Глазосердечный рефлекс Ашнера. Р.41

Автоматия сердца обеспечивает его непрерывную и ритмическую деятельность, однако частота и сила сердечных сокращений изменяются в зависимости от активности организма и условий, в которых он находится. Такая изменчивость работы обеспечивается нервным и гуморальным механизмами регуляции. Нервная регуляция сердечной деятельности осуществляется импульсами, поступающими к сердцу от ЦНС по блуждающим и симпатическим нервам. Раздражение вегетативных нервов сердца влияет на ритм и силу сердечных сокращений. Раздражение периферического конца перерезанного блуждающего нерва, как правило, тормозит работу сердца (уменьшает силу и частоту сокращений, снижает проводимость и возбудимость), раздражение симпатического нерва оказывает противоположный эффект, т.е. стимулирует сердечную деятельность.

На деятельность сердца влияют некоторые гормоны и биологически активные вещества. Гормоны надпочечников адреналин и норадреналин вызывают учащение и усиление сокращений сердца. При избытке в крови гормона щитовидной железы тироксина учащаются сердечные сокращения. Содержание адреналина и норадреналина увеличиваются при избыточной нагрузке, болевых раздражениях, эмоциональном возбуждении. Эффект действия адреналина на сердечную мышцу напоминает влияние симпатических нервов. При раздражении блуждающих

нервов в их окончаниях выделяется ацетилхолин, который ослабляет и урежает сердечные сокращения.

**Ход работы 1.** Первая часть работы – на лягушке выполняется студентами индивидуально, вторая часть – на кролике. Подготовить оборудование для кардиографии сердца лягушки (работа 25), а также электростимулятор с электродами.

*Раздражение вагосимпатического ствола у лягушки.* Обездвижить лягушку, зафиксировать ее на пробковой дощечке и обнажить сердце. Перерезать с левой или правой стороны ключицу и удалить часть нижней челюсти, обнажив подмышечную область. Отпрепаровать пинцетом и стеклянным крючком сосудисто-нервный пучок, включающий сонную артерию, системную дугу аорты, вагосимпатический ствол и гортанный нерв. Взять блуждающий нерв на лигатуру и подвести под него электроды. Сосчитать число сокращений сердца в течение 30 с. Найти силу раздражителя, вызывающую отчетливое замедление деятельности сердца ((напряжение тока 2-3В с частотой 30-40 Гц). Удвоить пороговую силу раздражителя и раздражать нерв в течение 2- 3 с. Сердце останавливается в фазе диастолы, «расплывается», но через некоторое время восстанавливает свою деятельность.

*Раздражение блуждающего нерва у кролика.* У кролика, подвергнутого общему наркозу, сделать кожный разрез по средней линии шеи. Разъединив мышцы шеи тупым способом, отделить слева и справа от трахеи сосудисто - нервный пучок, в состав которого входят сонная артерия, блуждающий нерв (белого цвета, плотный), нерв – депрессор (тонкая веточка, имеется только у кролика) и шейный симпатический ствол (сероватого цвета, волокнистый). Подвести под блуждающий нерв лигатуру. Отпрепарировать как можно выше, перевязать и перерезать его. Подготовить к работе электрокардиограф (опыт 60), установить нужную чувствительность и зарегистрировать на втором отведении фоновую ЭКГ (при минимальной скорости движения ленты). Положить периферический конец вагуса на электроды и раздражать импульсным током в течение 2-3 с. Снова записать ЭКГ при той же скорости движения. Сравнить ЭКГ, обратив внимание на частоту сердечных циклов, высоту зубцов и величину интервалов.

**Ход работы 2.** Подготовить оборудование для кардиографии сердца лягушки [1,с.62], раствор адреналина 1:1000, раствор ацетилхолина 1:50000, 1% растворы калия хлорида и

кальция хлорида. Верхушку желудочка сердца захватывают серфином, соединенным при помощи нитки с записывающим рычагом. Пускают в ход барабан кимографа и записывают сокращения сердца лягушки, подсчитывают частоту его сокращений в мин. Затем последовательно наносят на сердце глазной пипеткой растворы адреналина, ацетилхолина, калия хлорида и кальция хлорида и каждый раз записывают на кимографе кардиограмму, подсчитывая частоту его сокращений в мин. После нанесения каждого раствора и подсчета сокращений сердца отмывают сердце раствором Рингера и выжидают исходной частоты сокращений. Подобные наблюдения можно проследить на сердце лягушки, помещенном на часовое стекло.

Ход работы. 3. Подсчитать у обследуемого пульс. Указательный и большой палец одной руки расположить на глазных яблоках исследуемого и плавно надавливать на них в течение 10-330 с. Другой рукой считать пульс. Через 0-330 с. От начала надавливания должно произойти урежение ЧСС на 8-10 в минуту. Пу 3-4 раза, продолжая подсчет и после прекращения надавливания. Пульс рекомендуется подсчитывать в течение 330 с.

### **Контрольные вопросы**

1. Как влияют блуждающий и симпатический нервы на деятельность сердца?
2. Как изменяется деятельность сердца при раздражении рецепторов рефлексогенных сосудистых зон?
3. Какие гуморальные раздражители стимулируют работу сердца, и какие тормозят?

## Занятие 5

**Цели занятия:** а) наблюдать особенности движения крови по сосудам плавательной перепонки и языка лягушки; б) показать сосудосуживающее действие адреналина и сосудорасширяющее действие гистамина методом перфузии сосудов; в) овладеть методами измерения артериального давления у человека и животных; г) определить величину систолического и диастолического давления.

**Объект исследования, материалы и оборудование:** лягушка, дощечка с отверстием, булавки, микроскоп с осветителем, 10% этиловый спирт, хирургические инструменты, раствор Рингера, раствор адреналина (1:1000), раствор гистамина (1:1000), человек, животные (лошадь, корова), тонометр, фонендоскоп.

1. Работа 37. Кровообращение в плавательной перепонке и языке у лягушки.

2. Работа 41. Гуморальные влияния на просвет кровеносных сосудов артериального давления.

3. Работа 38. Измерение артериального давления.

Движение крови по сосудам происходит по законам гидродинамики.

Кровь движется по сосудам под действием разности давлений в аорте и полых венах. Основной источник энергии, необходимой для движения крови - артериальное давление, создаваемое сердцем. Наибольшая часть этого давления тратится на прохождение крови через мелкие сосуды - артериолы и капилляры. Количество капилляров очень большое. Длина каждого капилляра 0,3-0,7 мм, диаметр - 6-8 мкм. Величина, форма и число капилляров в разных органах неодинаковы, что связано с особенностями строения и функции органов. Капилляры бывают двух видов: магистральные и образующие капиллярную сеть. Последние представляют собой боковые ответвления от магистральных капилляров. Скорость кровотока в магистральных больше, чем в капиллярной сети. В почках, коже и легких имеются непосредственные соединения артериол и вен. Эти соединения - артериовенозные анастомозы наиболее короткий путь между артериолами и венулами. В обычных условиях они закрыты.

Некоторые химические вещества, действуя непосредственно на стенки сосудов, вызывают сужение или расширение сосудов. Гормоны надпочечников адреналин и норадреналин сужают артериолы кожи, органов брюшной полости и легких, а сосуды сердца и головного мозга они расширяют. Имеется еще ряд сосудосуживающих веществ: вазопрессин, серотонин, ренин и др. К сосудорасширяющим веществам относятся: ацетилхолин, гистамин, простагландины и др.

Кровь оказывает на сосудистые стенки определенное давление, величина которого в норме относительно постоянна. Эта величина определяется силой сокращения желудочков сердца и сопротивлением, оказываемым эластическими стенками сосудов. В артериальной системе высота кровяного давления падает от центра к периферии, поскольку сопротивление току крови возрастает.

Артериальное давление меняется в зависимости от фазы сердечного цикла, в связи с чем различают систолическое (максимальное) и диастолическое (минимальное) давление.

*Ход работы 1.* Лягушку наркотизируют, помещая ее на несколько минут в банку с 10% раствором этилового спирта. Когда она перестает двигаться, ее вынимают из банки и прикалывают ее в брюшном положении. Расправляют плавательную перепонку задней лапки над отверстием в дощечке и укрепляют булавками. Помещают плавательную перепонку в поле зрения микроскопа. При малом увеличении находят артериальные и венозные сосуды, ориентируясь по направлению движения крови в них. (Если кровь в сосудах не течет или движется толчками, нужно ослабить натяжение плавательной перепонки). Для наблюдения кровообращения в сосудах языка пинцетом захватывают язык лягушки (обычно он завернут назад) и растягивают его булавками над отверстием в дощечке. Наблюдают течение крови в артериолах, капиллярах, венах. Обращают внимание на скорость движения крови в магистральных капиллярах и капиллярной сети.

*Ход работы 2.* Наркотизированную лягушку обездвиживают, прикалывают в спинном положении, вскрывают грудобрюшную полость и освобождают сердце от перикарда. Под одну из аорт подводят ниточную петлю. Делают косой надрез аорты, вводят в него по направлению от сердца канюлю и укрепляют ее подготовленной ниткой. Заполняют канюлю раствором Рингера. Затем укрепляют с небольшим наклоном

дощечку с лягушкой в штативе и соединяют канюлю резиновой трубкой с бюреткой, содержащей раствор Рингера.

У лягушки вырезают сердце и открывают зажим на резиновой трубке, соединяющей бюретку с канюлей. Раствор, проходящий через кровеносные сосуды лягушки, будет выливаться через перерезанные при удалении сердца вены. Вся жидкость, прошедшая через сосуды, будет стекать по задним лапкам в подставленный стакан. Периодически подливают раствор в бюретку, чтобы он поступал в сосуды под постоянным давлением. Когда в вытекающем растворе не будет крови, несколько раз подсчитывают количество капель раствора, протекающего через сосуды в 1 мин. После этого вводят шприцем в резиновую трубку, соединенную с канюлей, 0,5 мл раствора адреналина и опять подсчитывают количество капель раствора, проходящего через сосуды в 1 мин. Через некоторое время опыт повторяют с введением гистамина в раствор Рингера, поступающий в сосудистое русло.

*Ход работы 3.* Испытуемый сидит на стуле, кладет руку на стол. На обнаженное плечо ему накладывают резиновую манжету. В локтевой ямке находят пульсирующую плечевую артерию и ставят над ней мембрану фонендоскопа. Резиновой грушей создают в манжете давление выше максимального, то есть когда исчезает пульс. Поворачивают винтовой клапан, выпускают воздух из манжеты и выслушивают звуки. Момент появления звуков «тук-тук...» соответствует систолическому давлению. Продолжают снижать давление в манжете, при этом слышны нарастающие звуки, которые потом исчезают. Момент исчезновения звуков соответствует диастолическому давлению.

*Измерение артериального давления у животных.* Лошадь (корову) фиксируют в станке. На корень хвоста накладывают манжету. Нащупывают пульс в дистальном отделе хвостовой артерии. Нагнетают воздух в манжету до прекращения пульса в артерии. Постепенно снижают давление манжеты и замечают величину давления, при которой появляется пульс в хвостовой артерии. Эта величина будет соответствовать систолическому давлению. Этот метод (Рива – Роччи) по пульсу позволяет определить только систолическое давление.



### Контрольные вопросы

1. Какие факторы обеспечивают движение крови по сосудам?
2. Какие факторы влияют на тонус кровеносных сосудов?
3. Какими методами измеряют артериальное давление?

## Тема 3. СИСТЕМА КРОВИ

### Занятие 6

**Цели занятия:** а) ознакомиться с техникой взятия крови у разных видов животных; б) освоить методику получения плазмы, сыворотки, фибрина и дефибринированной крови; в) ознакомиться с физико-химическими свойствами крови.

**Объект исследования, материал и оборудование:** животные разных видов, иглы кровопускательные, штатив с пробирками, жгут, спирт, 5% раствор йода, эфир, вата, 1% раствор гепарина, стакан, стеклянная палочка, вода дистиллированная, вискозиметр.

1. Работа 1. Взятие крови у животных.
2. Работа 2. Получение плазмы, сыворотки.
3. Работа 4. Получение фибрина и дефибринированной крови.
4. Работа 6. Определение вязкости цельной крови, плазмы и сыворотки.

Кровь – жидкая соединительная ткань, составляющая вместе с лимфой и тканевой жидкостью внутреннюю среду организма, омывающую все клетки тела. Поддерживая относительное постоянство своего состава, кровь стабилизирует внутреннюю среду организма (гомеостаз), обеспечивает, наряду с нервной системой, функциональное единство частей организма, участвует в обмене веществ, дыхании, выделении, терморегуляции, защитных функциях организма. Кровь и органы, в которых происходит образование и разрушение кровяных клеток

объединяют в единую систему крови. Сюда относят костный мозг, печень, селезенку, лимфатические узлы.

Кровь у животных берут с соблюдением всех правил асептики и антисептики, чтобы предупредить возможное загрязнение места вкола иглой и внесение инфекции в кровеносную систему. Для этого перед взятием крови кожу в участке манипуляции выстригают или выбривают, а при необходимости моют теплой водой с мылом, просушивают марлевой салфеткой и дезинфицируют спиртом или 5% раствором йода. Затем кожу протирают ватой, смоченной эфиром.

*Ход работы 1.* Перед взятием крови животных фиксируют и проводят подготовку кожи, а необходимые для этого инструменты стерилизуют. В месте взятия крови стерильной иглой прокалывают кожу и стенку сосуда или стерильными ножницами надрезают кончик уха или хвоста, гребешка. Кровь берут с соблюдением правил асептики и антисептики, чтобы исключить возможное загрязнение места вкола иглой и внесение инфекции в кровеносную систему. В зависимости от поставленной задачи требуется разное количество крови, и получение ее у разных животных имеет свои особенности. Большие объемы крови берут: у лошадей, крупного рогатого скота из яремной вены на границе верхней и средней трети шеи. Для этого ниже подготовленного участка вокруг шеи накладывают резиновый жгут, что способствует наполнению вены кровью и она хорошо просматривается. Кровопускательную иглу вводят быстрым движением в сосуд под углом 45° против тока крови. Вытекающую кровь направляют по стенке пробирки. Перед извлечением иглы снимают жгут. Место вкола придерживают ватой, смоченной спиртом, иглу вытаскивают, а кожу протирают спиртом.

У свиней большой объем крови получают при отрезании кончика хвоста стерильным скальпелем или ножницами. После этого рану дезинфицируют, а его кончик, выше нанесенной раны сдавливают бинтом или надевают на него резиновое кольцо.

У собак большой объем крови берут из вены сафена, для чего животное кладут на бок и фиксируют. В области верхней трети голени накладывают жгут и после наполнения вены прокалывают кожу и стенку сосуда. Кровь набирают в шприц.

У кроликов, морских свинок чаще всего кровь берут непосредственно из сердца. У мышей и крыс кровь берут из сосудов

хвоста путем отрезания его кончика ножницами, у птиц – из подмышечной вены.

Малые объемы крови у лошадей, крупного рогатого скота, свиней, собак берут из сосудов уха, у птиц – путем надреза или прокола иглой гребешка (сережек), у водоплавающих – при прокалывании мягких тканей межпальцевых перепонки.

**Ход работы 2.** Для получения плазмы в градуированную пробирку вносят антикоагулянт – 5% раствор цитрата натрия 0,5 мл или 1% раствор гепарина 2-3 капли. Затем вносят 4,5 мл крови. Содержимое хорошо смешивают и центрифугируют 20 мин при 3000 об/мин. В результате чего форменные элементы оседают, а сверху над ними будет находиться жидкость слабо – желтого цвета – плазма.

Для получения сыворотки кровь не стабилизируют, а после получения помещают в термостат при температуре 38<sup>0</sup> на 12-15 ч. В результате кровь свертывается с образованием сгустка темно-вишневого цвета, от которого в дальнейшем отделяется желтая жидкость – сыворотка.

**Ход работы 3.** Свежевзятую кровь помещают в стакан и помешивают несколько минут палочкой, на которую наматываются нити фибрина. Палочку извлекают из стакана, а фибрин промывают водой до белого цвета. Кровь, оставшаяся в стакане, будет дефибринированной. После центрифугирования она разделяется на два слоя: верхний – сыворотку, нижний – форменные элементы.

**Ход работы 4.** В правый капилляр вискозиметра набирают дистиллированную воду до метки «0» и закрывают кран. Во второй капилляр также набирают цитратную кровь с часового стекла. После этого открывают кран и создают вакуум в обоих капиллярах. При этом уровень крови в левом капилляре доводят до «1». Отмечают, до какого деления поднялась вода в другом капилляре. Данные внести в таблицу по форме:

Исследуемая жидкость	Расстояние, пройденное жидкостью, мм	Относительная вязкость
Дистиллированная вода		
Цитратная кровь		

Плазма крови		
Сыворотка крови		

### Контрольные вопросы

1. Что такое система крови?
2. Основные функции крови.
3. Как получить плазму и сыворотку?
4. Как получить фибрин и дефибринированную кровь?

### Занятие 7

**Цель занятия:** освоить методику подсчета эритроцитов и лейкоцитов камерным методом.

**Объект исследования, материалы и оборудование:** животные, иглы для взятия крови, микроскоп, меланжер для эритроцитов и лейкоцитов, камера Горяева, 2% раствор хлорида натрия, жидкость Тюрка, спирт, эфир, раствор йода, тампоны спиртовые.

1. Работа 7. Подсчет количества эритроцитов.
2. Работа 8. Подсчет количества лейкоцитов.

Эритроциты составляют основную массу клеток крови. Количество их у каждого вида животных относительно постоянное, но оно может изменяться в зависимости от возраста, пола, продуктивности, физиологического состояния и других условий.

Лейкоциты или белые кровяные клетки крови, по величине несколько крупнее эритроцитов и имеют у всех животных ядро в цитоплазме. Они выполняют защитную функцию, обладают фагоцитозом, участвуют в восстановительных процессах, образовании антител, обезвреживании токсинов. Количество их характерно для каждого вида животных, но оно может изменяться в зависимости от возраста, состояния здоровья кормления животных и других условий.

**Ход работы 1.** Готовят счетную камеру, смеситель. Счетную камеру Горяева кладут на столик микроскопа и под малым

увеличением с затемненным полем зрения находят сетку и внимательно ее изучают. *Подсчет эритроцитов.* В смеситель для эритроцитов набирают кровь с места прокола или стабилизированную кровь до метки 0,5. Затем приступают к ее разбавлению, для чего кончик смесителя погружают в стакан с 2% раствором натрия хлорида и набирают до метки 101. При этом кровь будет разбавлена в 200 раз. Заправленный смеситель зажимают между большим и указательным пальцами и встряхивают в течение 2-3 мин для смешивания крови. После этого из смесителя удаляют первые 3-4 капли на вату, а следующую каплю подносят к краю притертого покровного стекла к камере, и жидкость заполняет ее в силу капиллярности. Эритроциты считают в пяти больших квадратах ( $5 \cdot 16 = 80$  малых квадратиков), расположенных по диагонали. После подсчета количество эритроцитов определяют в миллионах в  $1 \text{ мм}^3$  по формуле:  $X = (H \cdot 4000 \cdot 200) / 80$ , где  $X$  – количество клеток в  $\text{мм}^3$  крови;  $H$  – количество подсчитанных эритроцитов; 4000 – множитель перевода к объему в 1 мкл крови; разведение крови; 80 – количество малых квадратиков.

*Подсчет общего количества лейкоцитов.* Кровь набирают в смеситель для лейкоцитов до метки 0,5 и разводят в 20 раз жидкостью Тюрка, набирая ее до метки 11. Содержимое пробирки хорошо смешивают и выдерживают 3 мин. При этом уксусная кислота в жидкости Тюрка лизирует эритроциты, а метиленовая синь окрашивает ядра лейкоцитов. Первые 3-4 капли выпускают из смесителя на вату, заряжают камеру Горяева и считают лейкоциты в 100 больших нерасчерченных клетках. Расчет общего количества лейкоцитов проводят по формуле:  $X = (H \cdot 4000 \cdot 20) / 1600$ , где  $X$  – количество лейкоцитов в 1 мкл крови;  $H$  – количество лейкоцитов, подсчитанных в 100 больших квадратах; 4000 – множитель перевода к объему в 1 мкл крови; 20 – разведение крови; 1600 – количество малых квадратов.

Для упрощения расчета при разведении крови в 20 раз можно подсчитанное количество в 100 больших квадратах умножить на 50.

### **Контрольные вопросы**

1. Методы подсчета эритроцитов.
2. Особенности подсчета лейкоцитов.
3. Основные физические и химические свойства крови.

## Занятие 8

**Цели занятия:** а) ознакомиться с методикой и определить скорость оседания эритроцитов (СОЭ) у животного; б) определить содержание гемоглобина и цветного показателя крови.

**Объект исследования, материалы и оборудование:** животное, аппарат Панченкова, 5% раствор цитрата натрия, часовые стекла, гемометр Сали (ГС-3), 0,1 н. раствор соляной кислоты, дистиллированная вода.

1. Работа 14. Скорость оседания эритроцитов.

2. Работа 16. Определение количества гемоглобина в крови.

3. Работа 19. Определение цветного показателя крови.

Эритроциты имеют определенную массу и поэтому могут оседать в крови, предотвращенной от свертывания. Скорость их оседания у разных животных разная; она зависит от физико-химических свойств плазмы, физиологического состояния животных и других условий. У здоровых животных СОЭ составляет мм/ч; у лошадей – 40-70; у крупного рогатого скота 0,5-1,5; у свиней – 2-9; у птиц – 1,5-3.

**Ход работы 1.** Пипетку аппарата Панченкова прополаскивают раствором цитрата натрия, набирают его до метки Р, что означает раствор и выливают на часовое стекло. Затем той же пипеткой дважды набирают кровь с места прокола до метки К и выливают на стекло в антикоагулянт. Кровь смешивают струей воздуха и набирают в пипетку до метки К и ставят в штатив. Замечают время начала исследования и отмечают СОЭ через каждые 15 мин, а заключительный учет результатов производят через 1 ч.

**Ход работы 2.** В градуированную пробирку гемометра наливают 0,1 н. раствора соляной кислоты до нижней метки. В капиллярную пипетку, прилагаемую к прибору, набирают 0,02 мл крови с места прокола, конец ее вытирают ватой, опускают ее на дно пробирки в раствор кислоты и выдувают кровь. Не вынимая пипетки из кислоты, несколько раз промывают ее верхней частью кислоты. После этого содержимое пробирки перемешивают стеклянной палочкой и выдерживают 5 мин до полного гемолиза

эритроцитов. Гемоглобин, вступая в реакцию с соляной кислотой, образует солянокислый гематин, который имеет коричневую окраску. Через 5 мин в пробирку по каплям, при постоянном помешивании стеклянной палочкой, добавляют дистиллированную воду до тех пор, пока цвет жидкости не совпадет с цветом стандартного раствора в пробирках гемометра. Смотрят на шкалу пробирки и по нижнему мениску жидкости определяют содержание гемоглобина в г%.

**Ход работы 3.** Для определения цветного показателя необходимо знать содержание гемоглобина и эритроцитов в крови животного фактическое и в норме. Гемоглобин – основная часть эритроцитов. Количество его зависит от возраста, вида, породы, физиологического состояния животных и от других факторов. В эритроцитах содержится не всегда одинаковое количество гемоглобина, что отражается на дыхательной функции крови. Для оценки степени насыщения эритроцитов гемоглобином используется цветной показатель или индекс.  $Ц.П. = \frac{Г(факт.): Г(норма)}{Э(факт.): Э(норма)}$ , где Ц.П. – цветной показатель, Г – гемоглобин, Э – эритроциты.

### **Контрольные вопросы**

1. Скорость оседания эритроцитов и клиническое значение этого явления?
2. Какие соединения гемоглобина могут находиться в крови?
3. Что лежит в основе деления крови на группы?

## Занятие 9

**Цель занятия:** *Определить осмотическую резистентность эритроцитов. Наблюдать гемолиз эритроцитов.*

**Объект исследования, материалы и оборудование:** *животные, иглы для взятия крови, микроскоп, растворы хлорида натрия, спирт, эфир, раствор йода, тампоны спиртовые, стерилизатор, водяная баня, предметные стекла, глазные пипетки, хлороформ, концентрированный аммиак, пробирки.*

*1.Работа 12. Осмотическая резистентность эритроцитов.*

*2.Работа 13. Гемолиз эритроцитов.*

Резистентность или устойчивость эритроцитов – их свойство противостоять различным разрушительным факторам (механическим, химическим, физическим, осмотическим и др.). Устойчивость зависит от многих условий, и прежде всего от возраста клеток и состояния внутренней среды. В клинических условиях чаще определяют осмотическую резистентность эритроцитов, то есть их устойчивость к гипотоническим растворам натрия хлорида.

Гемолиз – процесс выхода гемоглобина в плазму вследствие повреждения и разрушения оболочки эритроцитов. Происходит он под действием различных неблагоприятных факторов и патологических состояний организма. Наступает при изменении осмотического давления крови, что отмечено в предыдущей работе.

**Ход работы 1.** Берут 9 пронумерованных пробирок и в каждую вносят 1% раствор натрия хлорида по следующей схеме: пробирка №1 – 1 мл 1% раствора хлорида натрия и 9 мл дистиллированной воды; пробирка №2 – 2 мл 1% раствора натрия хлорида и 8 мл дистиллированной воды и так далее все 9 пробирок. В результате, концентрация раствора натрия хлорида в пробирках составит в пределах от 0,1% до 0,9%. Затем в каждую пробирку вносят по 3 мл стабилизированной крови, закрывают и смешивают содержимое. Через 7 мин учитывают результат. Отмечают наличие



или отсутствие гемолиза в зависимости от концентрации раствора в пробирке.

Действие гипотонического раствора можно наблюдать под микроскопом. Для этого каплю стабилизированной крови наносят на предметное стекло. Впереди и позади капли по длине стекла параллельно кладут две нитки и сверху накрывают покровным стеклом так, чтобы оно краями опиралось на них. Препарат ставят на столик микроскопа и с правого края покровного стекла подносят пипетку с водой, а с левого - полоску фильтровальной бумаги. Рассматривая под микроскопом при объективе  $\times 40$ , из пипетки выпускают воду под покровное стекло и наблюдают за эритроцитами крови.

Аналогичным образом изучается действие 5% раствора натрия хлорида.

**Ход работы 2.** В 5 пронумерованных пробирок поочередно наливают: В первую—5 мл 0,9% раствора натрия хлорида, во вторую—5 мл дистиллированной воды, в третью 4 мл 0,9% мл раствора натрия хлорида и 1 мл хлороформа, в четвертую – 4 мл физиологического раствора и 1 мл концентрированного аммиака, в пятую—3 мл физиологического раствора и 2 мл этилового спирта. В каждую пробирку вносят по 5 капель стабилизированной крови, содержимое смешивают и оставляют в штативе на 10 мин, затем анализируют.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое гемолиз и осмотическая резистентность эритроцитов?
2. Перечислите виды гемолиза.

## Занятие 10

**Цель занятия:** ознакомиться с методикой определения скорости свертывания крови; выяснить действие различных факторов на свертывание крови.

**Объект исследования, материалы и оборудование:** животные, иглы для взятия крови, микроскоп, меланжер для эритроцитов и лейкоцитов, камера Горяева, 2% раствор хлорида натрия, разбавитель для крови, спирт, эфир, раствор йода, тампоны спиртовые, стерилизатор, водяная баня, предметные стекла.

1.Работа 23.Определение времени свертывания крови.

2.Работа 24. Условия, влияющие на скорость свертывания крови.

3.Работа 53.Определение групп крови.

Свертывание крови – сложная защитно-приспособительная реакция организма, направленная на предупреждение кровопотери. Процесс свертывания осуществляется под влиянием многочисленных факторов и веществ крови, протекает с неодинаковой скоростью у разных видов животных.

В основе учения о группах крови лежат внутривидовые биологические различия крови человека и животных. Эти различия проявляются, в частности, в наличии у разных индивидуумов специфических белков агглютиногенов (на поверхности эритроцитов) и агглютининов в плазме. Имеются два вида агглютиногенов (А и В) и, соответственно, два вида агглютининов ( $\alpha$  и  $\beta$ ). В зависимости от их наличия или отсутствия кровь человека относят к одной из четырех групп:

Агглютинирующие белки	Группы крови			
	1	2	3	4
Агглютиногены эритроцитов	нет	А	В	АВ
Агглютинины плазмы	$\alpha\beta$	$\beta$	$\alpha$	нет

В пределах каждой группы одноименные агглютинины и

агглютиногены не встречаются. Поэтому эритроциты не агглютинируются.

*Ход работы 1.* В хирургический стерилизатор наливают воду и подогревают ее до температуры 37°. Вместо крышки на боковые стороны стерилизатора кладут подставку из двух стеклянных палочек, соединенных резиновыми трубками. На подставку помещают обезжиренное предметное стекло, на которое наносят 1-2 капли исследуемой крови и замечают время. Через каждые 30 с в каплю погружают чистую сухую капроновую нить. Как только за нитью начнут тянуться волокна фибрина, замечают время свертывания.

У животного берут кровь из сосудов уха и 2 капли помещают на предметное стекло. При комнатной температуре через каждую минуту стекло наклоняют и наблюдают за каплей, повторяя этот прием до тех пор, пока кровь не перестанет менять своей формы. Замечают время в начале и конце опыта.

*Ход работы 2.* У животного берут кровь из яремной вены в 4 пробирки по 2 мл, а в пробирку №2 вносят предварительно 1 мл цитрата натрия. Отмечают время заполнения пробирок и помещают в следующие условия: пробирки №1 и №2 оставляют в штативе при комнатной температуре, пробирку №3 – в банку со льдом, пробирку №4 в водяную баню при температуре 38-40°. Наблюдают за кровью в пробирках и отмечают время ее свертывания в каждой из них.

*Ход работы 3.* На чистое предметное стекло нанести двумя разными пипетками стандартные группы сыворотки 2 и 3 групп (предварительно на обратной стороне стекла отметить восковым карандашом). Проколоть палец и выступающую кровь (в 10 раз меньше капли сыворотки) вносят стерильной стеклянной палочкой в сыворотку 3 группы, избегая гемолиза. Смешать кровь с сывороткой легким покачиванием стекла. Спустя 3-4 мин анализируют. Отсутствие агглютинации в в обеих пробах означает, что исследуемая кровь относится к 1 группе, при агглютинации с сывороткой 3 группы- исследуемая кровь 2 группы, с сывороткой 22 группы- 3 группы, Кровь 4 группы агглютинирует с обеими сыворотками.

## Контрольные вопросы

1. Факторы, влияющие на скорость свертывания крови.
2. Противосвертывающая система крови.
3. Регуляция свертывания крови.

## ТЕМА 4. ФИЗИОЛОГИЯ МЫШЦ И НЕРВОВ

### Занятие 11

**Цель занятия:** овладеть техникой приготовления нервно-мышечного препарата; определить пороги возбудимости нерва и мышцы и сравнить эти показатели; воспроизвести классические опыты Гальвани и Маттеуччи, доказывающие наличие электричества в живых тканях.

**Объект исследования, материалы и оборудование:** лягушка, набор хирургических инструментов, пробковая дощечка для фиксации лягушки, стеклянные палочки, гальванический пинцет, раствор Рингера, спирт этиловый, электростимулятор, спиртовые тампоны.

1. Работа 73. Приготовление нервно-мышечного препарата.
2. Работа 74. Определение порога возбудимости нерва и мышц.
3. Работа 76, 78. Биоэлектрические явления в тканях.

Многие физиологические опыты по изучению свойств нервной и мышечной ткани проводятся на нервно-мышечном препарате, приготовленном из задних лапок лягушки, который является наиболее простым и удобным объектом. Обычно используют икроножную мышцу и нерв лягушки. Для удобства

обращения с препаратом и сохранения его физиологических свойств нерв оставляют в связи с участком спинного мозга. Сохраняя препарат во влажном состоянии, его можно длительное время использовать для изучения функциональных свойств нерва и мышцы.

Возбудимость нерва и мышц (способность приходить в состояние возбуждения при раздражении) колеблется в значительных пределах в зависимости от функционального состояния ткани. Мерилом возбудимости служит порог силы и порог времени раздражения.

Порогом силы называют минимальную силу раздражителя, вызывающую ответную реакцию. Порог времени – это минимальное время, в течение которого должен действовать раздражитель пороговой силы, чтобы вызвать возбуждение.

В XVIII веке Гальвани на основании двух экспериментов впервые высказал предположение о наличии «животного электричества». В первом опыте он наблюдал сокращение лапок лягушки при прикосновении к двум соединенным между собой металлам. Однако физиком Вольта было показано, что в данном случае причиной сокращения является ток, возникающий в цепи разнородных металлов. Во втором опыте (без металлов) Гальвани получал сокращения лапки при набрасывании от препарированного седалищного нерва на иннервируемую им мышцу. Матеуччи показал, что можно вызвать сокращение мышц нервно-мышечного препарата, прикладывая его нерв к сокращающимся мышцам другого препарата. В обоих случаях раздражителем служат биотоки, возникающие в самих тканях.

*Ход работы 1.* Лягушку обездвигивают, для чего удаляют верхнюю челюсть и разрушают спинной мозг. Заворачивают задние лапки в салфетку и приподнимают за них таким образом, чтобы туловище и голова оказались внизу. При этом туловище сгибается под прямым углом и отчетливо видны маклоки тазовых костей. Большими ножницами перерезают позвонки на 1 см впереди маклоков и отделяют задние лапки от туловища. Остаток позвоночника захватывают пинцетом левой рукой, а правой с помощью пинцета с зубчиками снимают кожу с задних лапок. Остаток позвоночника большими ножницами разрезают вдоль по средней линии и затем по средней линии тазовых костей разъединяют лапки, одну из которых помещают в кювету с

раствором Рингера, на другой лапке продолжают препаровку с целью приготовления нервно–мышечного препарата. Для приготовления нервно – мышечного препарата, тупым способом раздвигают мышцы бедра, обнажают седалищный нерв и отпрепаровывают его до коленного сустава, отрезая все мышечные ткани и отходящие от него тонкие нервные веточки. От бедренной кости отрезают мышцы, ее головку вылушивают из тазобедренного сустава. Препарат – реоскопическая лапка – готов. Затем отделяют икроножную мышцу от костей голени и отрезают ахиллово сухожилие от пяточной кости и ниже коленного сустава пересекают кости голени. Приготовленный препарат кладут в раствор Рингера, после чего извлекают другую лапку из раствора Рингера и также готовят из нее другой препарат.

*Ход работы 2.* Для определения порога возбудимости нерва его кладут на электроды электростимулятора. Тумблер выходных электродов ставят в положение «Серия», ручку регулировки частоты импульсов переводят на деление 1 или 5. Тумблер переключателя «Амплитуда В» устанавливает на деление «0,01 В» и ручкой плавной регулировки амплитуды увеличивают ток до «0,1 В». Если мышца не сокращается, ручку плавной регулировки возвращают в положение «0», переводят тумблер переключателя на деление 0,1 В и, пользуясь ручкой полной регулировки, увеличивают ток до 1 В. Если и в этом случае мышца не сокращается, то раздражают нерв током более 1 В.

Для определения порога возбудимости мышцы производится прямое раздражение, то есть электроды подводятся непосредственно к мышце. Опыт проводят в той же последовательности, как при измерении возбудимости нерва.

*Ход работы 3.* Реоскопическую лапку кладут на пробковую дощечку, увлажняют раствором Рингера и прикасаются гальваническим пинцетом к седалищному нерву и икроножной мышце. Наблюдают, сокращается ли при этом мышца.

Затем на икроножной мышце вблизи ахиллова сухожилия вырезают кусочек мышечной ткани. Седалищный нерв приподнимают двумя стеклянными крючками и набрасывают его таким образом на мышцу, чтобы средняя часть нерва касалась неповрежденной поверхности мышцы, а концевая часть – поврежденного участка мышцы. Наблюдают, сокращается ли мышца в момент набрасывания нерва.

Для воспроизведения опыта Маттеучи 2 нервно - мышечных препарата кладут на пробковую дощечку и увлажняют раствором Рингера. Седалищный нерв 1-го препарата помещают на электроды, а на его икроножную мышцу накладывают продольно нерв второго препарата. Нерв первого препарата раздражают током средней силы с частотой 5-10 Гц. Наблюдают, сокращается ли мышца второго препарата. Затем седалищный нерв второго препарата перевязывают ниткой и повторяют раздражение седалищного нерва первого препарата.

### **Контрольные вопросы**

1. Что называется раздражимостью и возбудимостью?
2. Что такое физиологический покой и возбуждение?
3. Как измеряется возбудимость нервов и мышц?
4. Что такое реобазис и хронаксия, и как их определяют?

## **Занятие 12**

**Цель занятия:** исследовать возбудимость и проводимость нерва; на нервно-мышечном препарате лягушки воспроизвести оптимум и пессимум; исследовать значение частоты раздражений для сокращения мышцы.

**Объект исследования, материалы и оборудование:** лягушка, набор хирургических инструментов, пробковая дощечка для фиксации лягушки, стеклянные палочки, гальванический пинцет, раствор Рингера, спирт этиловый, электростимулятор, спиртовые тампоны.

1. Работа 114. Исследование возбудимости и проводимости нерва.

2. Одиночное и тетаническое сокращение мышцы. Р.81.

Под влиянием различных раздражителей (физических, физико-химических, химических) нерв способен приходить в состояние возбуждения. Возникшее возбуждение распространяется по нервным волокнам, показателем чего может служить

сокращение мышцы. Возбудимость свойственна нерву в любой его точке. При нарушении структуры или функциональных свойств нерва проведение возбуждения через данный участок прерывается.

ритмом, вначале до оптимального, а затем до пессимального.

Различают одиночные и тетанические сокращения мышцы. В условиях опыта при нанесении одиночного раздражения она отвечает одиночным сокращением. Если к мышце поступает несколько частых импульсов возбуждения, наступает длительное сокращение мышцы, которое называется тетаническим.

*Ход работы 1.* Приготовить из одной лягушки два нервно-мышечных препарата с лапками (икроножные мышцы не изолировать). Один препарат положить в чашку с раствором Рингера, другой – на пробковую дощечку. Последовательно наносить на нерв раздражения: механическое (щипок пинцетом), термическое (прикосновение нагретой стеклянной палочкой), химическое (накладывание кристалликов поваренной соли), электрическое (прикладывание электродов от электростимулятора). Во всех случаях показателем возбудимости и проводимости нерва служит сокращение икроножной мышцы лапки.

Второй препарат укрепить за бедренную кость в зажиме штатива, нерв положить на электроды. Убедиться в физиологической полноценности нерва раздражая его одиночными импульсами средней силы. Впереди электродов перетянуть нерв влажной ниткой и вновь раздражать током. Перенести электроды ближе к мышце (впереди лигатуры) и снова раздражать током, наблюдая при этом за икроножной мышцей.

На участке между мышцей и электродами наложить на нерв ватку, смоченную раствором новокаина и раздражать через каждые 20-30 с, до тех пор, пока мышца не перестанет сокращаться. После этого участок нерва обработать раствором Рингера и убедиться в том, что через некоторое время мышца вновь начинает сокращаться. Затем на участок нерва наложить вату, смоченную раствором аммиака и раздражать через 2-3 мин, пока мышца не перестанет сокращаться. После этого нерв отрезают и производят прямое раздражение.

раздражение наносят в течение 5 с. Интервал между раздражениями 1 мин. Определяют, какая величина раздражений вызывает наибольшее сокращение мышцы – оптимум силы, при



каких раздражениях происходит уменьшение и полное прекращение тетанических сокращений мышцы – пессимум силы.

**Ход работы 2.** Готовят нервно-мышечный препарат-икроножную мышцу с седалищным нервом, укрепляют его в миографе, подвешивают груз (раздражение не прямое или прямое), находят реобазу и несколько ее увеличивают.

*Запись одиночного сокращения мышцы.* Барабан кимографа переводят в режим быстрого вращения, подводят к барабану писчик, включают кимограф и в течение 5 с раздражают одиночными импульсами (1 Гц). На вращающемся барабане кимографа записывают миограмму.

*Запись тетанических сокращений мышцы.* Барабан кимографа переводят в режим медленного вращения. Опыт повторяют последовательно увеличивая частоту раздражающих стимулов (10,15,20,25,30,40,50 Гц и более. Продолжительность каждого раздражения должна быть около 5 с, а интервалы между раздражениями- около 1 мин.

Миограммы зарисовывают в тетрадь, анализируют, устанавливают, при каких частотах раздражений мышца сокращается по типу зубчатого и гладкого тетануса

### **Контрольные вопросы**

1. Как изменяется возбудимость в процессе возбуждения, каков механизм фазовых изменений возбудимости?
2. Что такое оптимум частоты и силы раздражения, механизм возникновения?
3. Что такое пессимум частоты и силы раздражения, механизм возникновения?

## Занятие 13

*Цель занятия: определить величину работы мышцы при различных нагрузках.*

*Объект исследования, материалы и оборудование: лягушка, набор хирургических инструментов, пробковая дощечка для фиксации лягушки, стеклянные палочки, гальванический пинцет, раствор Рингера, спирт этиловый, электростимулятор, спиртовые тампоны, разновесы, циркуль, линейка.*

### 1. Работа 83. Работа мышцы при разных нагрузках. Определение силы мышцы.

При сокращении мышца укорачивается, совершая работу. Работа мышцы измеряется произведением поднятого груза на величину укорочения мышцы. Работа мышцы, при которой происходит перемещение груза и движение костей в суставах, называется внешней или динамической. Мышца производит работу и в том случае, если она сокращается изометрически, развивая напряжение без укорочения мышечных волокон, например при удержании груза. Эта работа статическая.

Динамическая работа мышцы ( $W$ ) измеряется произведением массы груза ( $P$ ) на высоту его подъема ( $H$ ). Сила мышцы определяется предельной массой груза, который она в состоянии поднять.

**Ход работы.** На неподвижном барабане кимографа записывают тетаническое сокращение мышцы без нагрузки, раздражая ее в течение 2-3 с. Рукой поворачивают барабан кимографа на 1-2 см, подвешивают на рычажок миографа непосредственно под мышцей гирьку в 10 г и вновь раздражают нерв. Опять поворачивают барабан на 1-2 см. К рычажку подвешивают гирьку 20 г и вновь раздражают и записывают высоту сокращения мышцы. Опыт повторяют, последовательно увеличивая вес гирек. Находят предельный груз, который мышца в состоянии поднять. Эта максимальная величина груза и будет силой мышцы.

Для вычисления работы мышцы при разных нагрузках измеряют высоту сокращения мышцы. Поскольку рычажок миографа записывает сокращение мышцы в увеличенном виде, для вычисления ее работы находят истинную высоту сокращения

мышцы. Для этого измеряют длину рычажка миографа ( $L$ ) от оси вращения до конца писчика и длину ( $l$ ) от оси вращения до места прикрепления мышцы. Истинную величину сокращения мышцы находят по формуле  $h = (Hl) : L$ , где  $h$  – высота истинного сокращения мышцы;  $H$  – высота сокращения мышцы, записанная на кимографе. Определив высоту истинного сокращения мышцы для каждого груза, работу мышцы определяют по формуле:  $W = Ph$ , где  $W$  – работа мышцы;  $P$  – масса груза в г;  $h$  – высота истинного сокращения мышцы. Результаты записывают в таблицу графами: 1) высота мышечных сокращений в мм; 2) истинная высота сокращений мышцы в мм; 3) масса груза в г; 4) работа мышцы в г/мм. Определяют, при каких нагрузках мышца выполняет максимальную работу.

### **Контрольные вопросы**

1. Особенности сокращения скелетной мышцы.
2. Теория мышечного сокращения.
3. Что такое сила мышцы, при какой нагрузке работа мышцы наиболее эффективна?

## Занятие 14

**Цель занятия:** установить зависимость утомления от частоты раздражения и величины нагрузки; на нервно-мышечном препарате лягушки выполнить опыт и убедиться, что утомление развивается скорее всего в нервно-мышечном синапсе;

**Объект исследования, материалы и оборудование:** лягушка, набор хирургических инструментов, пробковая дощечка для фиксации лягушки, стеклянные палочки, гальванический тинцет, раствор Рингера, спирт этиловый, электростимулятор, спиртовые тампоны, разновесы, циркуль, линейка.

1.Работа 84. Влияние частоты раздражения и величины груза на скорость наступления утомления.

2.Работа 85. Локализация утомления в нервно – мышечном препарате.

При сокращении мышцы со временем развивается утомление. Величина мышечных сокращений постепенно уменьшается, и наконец наступает момент, когда мышца перестает сокращаться, несмотря на продолжающееся раздражение. В процессе развития утомления наряду с уменьшением амплитуды сокращений нарастает латентный период сокращения и удлиняется период расслабления мышцы. По мере развития утомления она все меньше и меньше расслабляется и возникает контрактура - явление, связанное с замедлением и прекращением процессов расслабления.

Скорость развития утомления зависит от частоты сокращений мышцы и величины груза, поднимаемого мышцей. Утомление мышцы наступает быстрее при частом ритме сокращений и большей величине груза.

Утомлением называется временное понижение или прекращение работы органа или целого организма в результате их деятельности. В процессе сокращений мышцы утомляются, при этом понижается их возбудимость, лабильность и высота

сокращения. В опытах на нервно-мышечном препарате Н. Е. Введенский установил, что нерв практически не утомляется, а прежде всего, утомляются нервно-мышечные синапсы из-за их низкой лабильности. Поэтому, если раздражать мышцу через нерв, то она вскоре перестанет сокращаться. При раздражении же после этого непосредственно мышцы сокращения ее возобновятся.

*Ход работы 1. Влияние частоты раздражения.* Готовят два препарата икроножной мышцы. Один из них кладут в чашку Петри и заливают раствором Рингера, другой подвешивают на крючки миографа. На записывающий рычажок миографа (под икроножную мышцу) подвешивают грузик в 50 г. При прямом раздражении находят порог возбудимости мышцы, которую раздражают с частотой 1 Гц. На медленно вращающемся барабане кимографа записывают сокращения мышцы до ее полного утомления. Определяют, сколько времени она сокращалась. Затем подвешивают другой препарат и повторяют опыт, увеличив частоту раздражения до 5 Гц. Устанавливают, сколько времени она сокращалась до наступления утомления.

*Влияние величины нагрузки.* Готовят два препарата икроножной мышцы. Один из них кладут в чашку Петри и заливают раствором Рингера, другой подвешивают на крючки миографа. На записывающий рычажок миографа (под икроножную мышцу) подвешивают грузик в 50 г. При прямом раздражении находят порог возбудимости мышцы, которую раздражают с частотой 1 Гц. На медленно вращающемся барабане кимографа записывают сокращения мышцы до ее полного утомления. Определяют, сколько времени она сокращалась. Затем подвешивают другой препарат и повторяют опыт, увеличив массу груза до 100 г. Устанавливают, сколько времени она сокращалась до наступления утомления.

*Ход работы 2.* Нервно-мышечный препарат подвешивают на крючки миографа, седалищный нерв помещают на электроды. Находят реобазу нерва и икроножной мышцы. Переключатель ставят в положение «На нерв» и раздражают нерв с частотой 1 Гц силой тока, равной реобазе мышцы. На медленно вращающемся

барабана кимографа записывают одиночные сокращения мышцы. Когда сокращения мышцы прекратятся, не останавливая кимографа, переводят переключатель в положение «на мышцу» и продолжают записывать сокращения мышцы до полного ее утомления, то есть прекращения ее сокращений.

### **Контрольные вопросы**

1. Особенности сокращения гладкой мышцы.
2. Что такое утомление, почему оно возникает?
3. Факторы, влияющие на утомляемость мышцы.

## Занятие 15

*Цель занятия:* записать сокращения гладкой мышцы и убедиться, что одиночное ее сокращение длительное; на нервно-мышечном препарате лягушки воспроизвести оптимум и пессимум частоты и величины раздражения.

*Объект исследования, материалы и оборудование:* лягушка, набор хирургических инструментов, пробковая дощечка для фиксации лягушки, стеклянные палочки, гальванический пинцет, раствор Рингера, спирт этиловый, электростимулятор, спиртовые тампоны, разновесы, циркуль, линейка.

Все физиологические процессы (возбуждение, проведение возбуждения, сокращение) в гладкой мышце протекают медленно. Одиночное сокращение гладкой мышцы очень продолжительно. Так, мышцы желудка лягушки сокращаются 60-80 с, кролика – 10-20 с. Поэтому, гладкая мышца в состоянии гладкого тетануса приводится редкими импульсами. Возбудимость гладкой мышцы значительно ниже возбудимости поперечно – полосатой; для ее раздражения требуется электрический ток большой силы.

При раздражении нерва нервно-мышечного препарата с различной частотой Н. Е. Введенский установил, что величина сокращения мышцы зависит от частоты раздражений. Частота, которая вызывает максимальное сокращение мышцы, называется оптимальной или оптимумом. При этой частоте каждый новый импульс возбуждения возникает в фазу экзальтации, созданной предыдущим импульсом. Оптимальная частота для икроножной мышцы лягушки 30-50 импульсов в секунду.

При очень частых раздражениях сокращения мышцы уменьшаются или даже совсем прекращаются. Такая частота называется пессимальной или пессимумом. Пессимум возникает вследствие того, что возбуждение не закончилось и ткань находится в состоянии абсолютной рефрактерности или относительной и на нее действует новое раздражение. Частые раздражения, превышающие меру лабильности, вызывают не возбуждение, а торможение.

По правилу оптимума и пессимума частоты раздражений

происходит сокращение мышцы при действии раздражителей различной силы. При постепенном увеличении силы или напряжения, сохраняя неизменной частоту раздражения, сокращение мышцы увеличивается до максимальной величины – оптимума силы, после чего сокращение начинает снижаться и даже совсем прекращается – пессимум силы, когда величина тока будет чрезмерной.

*Ход работы 1.* Вскрывают полость тела лягушки и извлекают желудок. В средней части желудок разрезают поперек, вырезая мышечное кольцо около 0,8-1 см шириной. Кольцо в одном месте рассекают и с него снимают слизистую оболочку. Мышечное кольцо подвешивают на крючки миографа, к которым подводят провода электростимулятора. Вращая барабан кимографа, записывают горизонтальную линию, показывающую длину расслабленной мышцы. Затем барабан кимографа переводят в режим медленного вращения. Раздражая с частотой 1 Гц и постепенно увеличивая силу тока, определяют реобазу. На барабане кимографа записывают сокращение мышцы, устанавливая время латентного периода, сокращения и расслабления мышцы.

Опыт повторяют, раздражая мышцу с такими интервалами между раздражениями, чтобы получить тетаническое сокращение.

*Ход работы 2.* Нервно-мышечный препарат укрепляют на штативе за бедренную кость, нерв помещают на электроды, нерв раздражают с частотой 1 Гц и находят порог возбудимости нерва.

*Оптимум и пессимум частоты раздражения.* Писчик миографа подводят к барабану кимографа. Раздражая нерв током, находят частоту раздражения, которая вызывает тетаническое сокращение мышцы – гладкий тетанус. Сокращения мышцы записывают на медленно вращающемся барабане кимографа. Увеличивая частоту импульсов, раздражают каждый раз в течение 5 с с интервалами в 1 мин. Частоту импульсов увеличивают до тех пор, пока мышца не перестанет сокращаться в ответ на раздражение. Определяют, какие частоты раздражений вызывают наибольшую величину сокращений – оптимум частоты, при каких



частотах раздражений происходит уменьшение и полное прекращение тетанических сокращений мышцы –пессимум частоты.

Для проверки того, что это пессимум частоты раздражений, а не утомление, уменьшают частоту раздражений до той величины, при которой наблюдался оптимум сокращений.

*Оптимум и пессимум силы раздражения.* Находят порог возбудимости нерва. Нерв раздражают в течение 5 с частотой, которая вызывает гладкий тетанус. Сокращение мышцы записывают на медленно вращающемся барабане кимографа. Постепенно увеличивают величину импульсов раздражений до максимальной, при каждой их величине раздражение наносят в течение 5 с. Интервал между раздражениями 1 мин. Определяют, какая величина раздражений вызывает наибольшее сокращение мышцы – оптимум силы, при каких раздражениях происходит уменьшение и полное прекращение тетанических сокращений мышцы – пессимум силы.

### **Контрольные вопросы**

1. Особенности сокращения гладкой мышцы.
2. Физиологические свойства гладкой мышцы.
3. Что такое оптимум и пессимум частоты и силы раздражителя?
4. Как изменяется возбудимость ткани при возбуждении?

## ТЕМА 5. ЦЕНТРАЛЬНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА

### Занятие 16

**Цели занятия:** а) при раздражении различных рецептивных полей воспроизвести спинномозговые рефлексы у лягушки; б) установить зависимость времени рефлекса от силы раздражителя; в) путем выключения отдельных звеньев рефлекторной дуги выяснить их функциональное значение и убедиться в необходимости целостности рефлекторной дуги для осуществления рефлекса.

**Объект исследования, материалы и оборудование:** лягушка, штатив с зажимом и пробкой, набор хирургических инструментов, стаканчики с серной кислотой концентрацией 0,1%, 0,3%, 0,5%, 1,0%, фильтровальная бумага, кружка с водой, 1% раствор новокаина, метроном, вата, салфетки, электростимулятор.

1. Работа 86. Рефлексы спинного мозга и анализ рефлекторной дуги.

2. Работа 87. Определение времени рефлекса.

3. Работа 88. Рефлексы спинного мозга и их рецептивные поля.

Материальным субстратом рефлекса является рефлекторная дуга – путь, по которому проходит возбуждение в процессе осуществления рефлекса. Состоит она из рецепторов. Афферентного нейрона и эффектора. Связанных между собой с помощью синапсов. Кроме перечисленных нейронов, в осуществлении рефлекса участвует и нейрон обратной связи.

Временем рефлекса называется период от начала действия раздражителя до начала рефлекса. Оно складывается из времени, необходимого для возбуждения рецепторов, времени проведения импульсов по нейронам и через нейронные синапсы, а также латентного периода рабочего органа-мышцы. Время рефлекса зависит от силы раздражителя, площади раздражаемого рецептивного поля, структуры рефлекторной дуги.

Возникновение рефлекса обусловлено тем, что при

раздражении рецепторов в них возникает возбуждение, которое по рефлекторной дуге достигает эффектора-мышцы. Участок тела с рецепторами, при раздражении которого возникает рефлекс, называется рецептивным полем.

**Ход работы 1.** Спинальную лягушку подвешивают на штатив за нижнюю челюсть. После удаления головного мозга возникает шок – временное снижение рефлекторной возбудимости, поэтому исследование рефлексов проводят через 5-6 мин после удаления головного мозга.

В качестве раздражителя применяют кусочек фильтровальной бумаги, смоченный 1% раствором серной кислоты. После каждого раздражения кислотой и ответной реакции или спустя 1-2 мин, если нет реакции, раздражаемый участок ополаскивают водой.

Опыт проводят в следующей последовательности 1) Фильтровальную бумагу накладывают на кожу стопы или голени. 2) С голени удаляют кожу и на обнаженную мышцу накладывают фильтровальную бумагу с кислотой. 3) На другой лапке разрезают кожу бедра с задней стороны, обнажают седалищный нерв, берут его на лигатуру, приподнимают и подкладывают под него вату, смоченную новокаином. Раздражают эту лапку кислотой до тех пор, пока она не перестанет сгибаться в ответ на раздражение. После этого фильтровальную бумагу, смоченную 1% раствором серной кислоты накладывают на кожу спины. 4) В позвоночный канал вводят иглу, разрушают спинной мозг и вновь раздражают кожу конечностей и брюшка.

**Ход работы 2.** Спинальную лягушку подвешивают на штативе за нижнюю челюсть. На кожу стопы одной из задних лапок накладывают кусочек фильтровальной бумаги, смоченный 0,1% раствором серной кислоты и определяют время рефлекса. Затем раздражают с использованием 0,3%, 0,5% и 1,0% растворов кислоты. Определяют время рефлекса при действии раздражителя. После каждого раздражения лапку обмывают, обтирают ватой.

**Ход работы 3.** Спинальную лягушку подвешивают на штатив за нижнюю челюсть. После удаления головного мозга возникает шок – временное снижение рефлекторной возбудимости, поэтому исследование рефлексов проводят через 5-6 мин после удаления головного мозга. Раздражения производят в следующей последовательности: ущипнуть пинцетом поочередно кожу задних

лапок; раздражать сухой волосяной кисточкой наружную и тыльную сторону стопы или голени; приложить бумажку, смоченную 0,5% серной кислоты к задней поверхности бедра, на область кожи вокруг анального отверстия, на брюшко между передними лапками. Обратить внимание на «целесообразный», приспособительный характер рефлекторных реакций спинного мозга.

### **Контрольные вопросы**

1. Что называется рефлексом, рефлекторной дугой и рефлекторным кольцом?
2. Из каких частиц состоит рефлекторная дуга?
3. Как устроен и функционирует межнейронный возбуждающий синапс?
4. Что такое время рефлекса?

## **Занятие 17**

**Цель занятия:** исследовать временную и пространственную суммацию, процесс иррадиации возбуждения в нервных центрах, влияние нервных центров на тонус скелетных мышц.

**Объект исследования, материалы и оборудование:** лягушка, штатив с зажимом и пробкой, набор хирургических инструментов, стаканчики с серной кислотой концентрацией 0,1%, 0,3%, 0,5%, 1,0%, фильтровальная бумага, кружка с водой, метроном, вата, салфетки, электростимулятор.

1. Работа 90. Суммация возбуждения в нервных центрах.
2. Работа 91. Иррадиация возбуждения в нервных центрах.
3. Работа 92. Влияние нервных центров на тонус скелетных мышц.

Нервный центр – группа нейронов в центральной нервной системе, участвующих в регуляции какой-либо определенной функции организма. Нейроны, образующие нервный центр, с помощью синаптических контактов связаны между собой.

Нервные центры обладают рядом свойств, обусловленных в основном особенностями синаптической передачи импульсов. Одним из таких свойств является суммация (временная и

пространственная).

Если к нейрону поступает одиночный импульс небольшой величины, то возникает возбуждающий постсинаптический потенциал (ВПСП) подпороговой величины, недостаточный для вызова ответственной реакции. Если же к нейрону поступает серия таких последовательных быстрых импульсов и ВПСП от предыдущих импульсов не успевают затухать, то последующие ВПСП накладываются друг на друга, то есть суммируются, достигая порогового уровня, и вызывают потенциал действия и возбуждение нейрона, а также ответную реакцию (временная суммация).

Пространственная суммация наблюдается в случае одновременного поступления пульсов по нескольким аксонам к одному нейрону (в результате конвергенции аксонов). Поэтому при раздражении нескольких рецептивных полей в нейроне возникает ВПСП, равный сумме отдельных ВПСП, полученных при изолированном раздражении каждого рецептивного поля.

Импульсы, поступающие в центральную нервную систему при сильном раздражении, вызывают возбуждение не только данного участка, но и других нервных центров. Распространение процессов возбуждения на другие нервные центры называется иррадиацией.

Иррадиация возбуждения в центральной нервной системе обусловлена ветвлениями аксонов и дендритов нервных клеток и многочисленными вставочными нейронами, объединяющими друг с другом различные нервные центры. Чем сильнее раздражение и чем выше возбудимость окружающих нейронов, тем больше центров охватывает процесс иррадиации. Например, слабое раздражение задней лапки лягушки вызывает сгибание этой же лапки. Усиление раздражения приводит к сгибанию и другой лапки, хотя ее рецепторы не раздражаются. Этот ответ возникает в результате того, что возбуждение распространяется с центров одной половины спинного мозга на центры другой половины. При еще более сильном раздражении возбуждение охватывает впереди лежащие нервные центры спинного мозга и вызывает движение передних конечностей. Иррадиации возбуждения препятствуют многочисленные тормозные нейроны, входящие в состав центров.

Электрофизиологические исследования показывают, что из нервных центров непрерывно поступают на периферию редкие

импульсы, обуславливающие тонус скелетных мышц, гладких мышц кишечника, сосудистый тонус. Такое постоянное возбуждение нервных центров называется тонусом нервных центров. В его поддержании участвуют афферентные импульсы, поступающие непрерывно от периферических рецепторов в центральную нервную систему. Следовательно, между нервными центрами и периферией четко выступает кольцевое взаимодействие: тонус скелетных мышц поддерживается эфферентными импульсами, исходящими от проприорецепторов.

*Ход работы 1. Суммация во времени.* Спинальную лягушку подвешивают на штативе за нижнюю челюсть. К стопе задней лапки подводят тонкие провода от электростимулятора. Находят величину тока, вызывающую рефлекторное сгибание лапки. Затем раздражитель уменьшают до такой величины, при которой одиночный раздражитель не вызывает рефлекторного сгибания лапки. Затем действуют на лапку сначала редкими раздражениями, а потом частыми и наблюдают за реакцией лягушки.

*Суммация в пространстве.* Спинальную лягушку подвешивают на штативе. На кожу голени накладывают кусочек фильтровальной бумаги, смоченный 0,1% раствором серной кислоты и определяют время рефлекса. Лапку обмывают и обтирают ватой. Затем на кожу голени накладывают 4-5 кусочков бумаги, смоченной кислотой и вновь определяют время рефлекса.

*Ход работы 2.* Спинальную лягушку подвешивают на штативе за нижнюю челюсть. К стопе задней лапки подводят тонкие провода от электростимулятора. Находят величину тока, вызывающую рефлекторное сгибание лапки. Затем ток постепенно увеличивают до максимальной величины и наблюдают за реакцией лягушки.

*Ход работы 3.* Спинальную лягушку подвешивают на штативе за нижнюю челюсть. Наблюдают за задними лапками, обращая внимание на то, что обе лапки слегка полусогнуты в коленном и скакательном суставах, а пальцы обеих лапок находятся на одинаковом уровне. На одной из задних лапок разрезают кожу бедра, отделяют седалищный нерв и перерезают его. Наблюдают за лапками отмечают, имеется ли разница в их положении. Опыт завершается разрушением спинного мозга.

### Контрольные вопросы

1. Что такое нервный центр, какие функции он выполняет?
2. Перечислите свойства нервных центров, и дайте характеристику каждому свойству.
3. Суммация возбуждения в нервных центрах, виды суммации.
4. Иррадиация возбуждения, ее возникновение.

### Занятие 18

*Цель занятий:* убедиться в том, что одновременное раздражение двух рецептивных полей вызывает в центральной нервной системе процесс торможения; воспроизвести опыт И. М. Сеченова, доказывающий, что раздражение промежуточного мозга тормозит двигательные рефлексы.

*Объект исследования, материалы и оборудование:* лягушка, штатив с зажимом и пробкой, набор хирургических инструментов, стаканчики с серной кислотой концентрацией 0,5%, фильтровальная бумага, кружка с водой, метроном, вата, салфетки, электростимулятор.

1. Работа 93. Взаимное торможение рефлексов спинного мозга

2. Работа 94. Центральное торможение по И. М. Сеченову

Двигательные рефлексы можно затормозить, если в центрах встретятся возбуждения, идущие от двух рецептивных полей. Так, рефлекс одергивания (сгибания) лапки на раздражение ее слабым раствором серной кислоты тормозится при сильном сжатии пинцетом другой лапки.

Торможение – процесс ослабления или прекращения какой-либо деятельности. Это самостоятельный нервный процесс, который вызывается возбуждением и проявляется в подавлении другого возбуждения. Торможение в центральной нервной системе

открыл в 1862 г. И. М. Сеченов в опытах на лягушках. Он сделал вывод, что в промежуточном мозге имеются специальные тормозные центры. Возбуждение их тормозит двигательные центры спинного мозга. В настоящее время исследователи, применив электрофизиологические методы, подтвердили вывод И.М. Сеченова. В основе торможения лежит торможение с участием специальных тормозных нейронов – постсинаптическое торможение.

*Ход работы 1.* Спинальную лягушку подвешивают на штативе за нижнюю челюсть. К коже одной из задних лапок прикладывают кусочек бумаги, смоченный 0,5% раствором серной кислоты и определяют время рефлекса. Раздражаемый участок обмывают водой, осушают салфеткой и вновь прикладывают кусочек фильтровальной бумаги с кислотой и одновременно с этим другую заднюю лапку сильно сдавливают пинцетом, определяют время рефлекса сгибания задней лапки.

*Ход работы 2.* Лягушку подвергают легкому наркозу, заворачивают в марлевую салфетку так, чтобы голова оставалась свободной. Затем производят трепанацию черепа, обнажают головной мозг. Поверхность мозга осушают ватными тампонами и рассматривают его отделы. Глазным скальпелем перерезают мозг поперек по заднему краю больших полушарий и удаляют большие полушария головного мозга. Лягушку подвешивают на штативе за нижнюю челюсть и после окончания действия наркоза приступают к опыту.

Опыт проводят в следующей последовательности. К коже одной из задних лапок прикладывают кусочек фильтровальной бумаги, смоченный 0,5% раствором серной кислоты, определяют время рефлекса. После этого лапку обмывают и осушают салфеткой. Затем поверхность разреза мозга и черепную полость тщательно осушают ватными тампонами и на зрительные бугры кладут кристаллик хлорида натрия. Через 1 мин к коже задней лапки вновь прикладывают кусочек фильтровальной бумаги, смоченный 0,5% раствором серной кислоты и определяют время



рефлекса.

После ответной реакции ополаскивают лапку водой, обтирают салфеткой, удаляют кристаллик соли и несколько раз поверхность мозга обмывают раствором Рингера. Спустя 5-10-15 минут опыт повторяют, раздражая заднюю лапку лягушки 0,5% раствором серной кислоты, в каждом случае определяя время рефлекса.

### **Контрольные вопросы**

1. Торможение в ЦНС, его значение для рефлекторной деятельности.
2. Какими опытами И. М. Сеченов открыл торможение в ЦНС?
3. Современное объяснение Сеченовского торможения

## Занятие 19

**Цель занятий:** ознакомиться с методикой исследования рефлексов, применяемых в ветеринарной клинике; наблюдать у животных рефлекс позы и выпрямительные рефлексy.

**Объект исследования, материалы и оборудование:** лошадь, корова, верблюд, небольшая собака, кролик, кошка, мягкая подстилка.

1. Работа 22. Исследование рефлекторных реакций у человека.

2. Работа 23. Изучение статических и статокINETических рефлексов у интактных животных.

**Ход работы 1. Рефлекторные реакции у человека.**

Для оценки функционального состояния центральной системы и двигательного аппарата используются рефлекторные реакции, которые отличаются значительным постоянством.

**Надбровный рефлекс.** Возникает при ударе неврологическим молоточком по краю надбровной дуги. Ответная реакция – смыкание век.

**Корнеальный рефлекс.** Возникает при осторожном прикосновении ватой к роговице над радужной оболочке век. Ответная реакция – смыкание век.

**Нижнечелюстной рефлекс.** Возникает при постукивании молоточком по подбородку при слегка открытом рте. Рефлекторная дуга: чувствительные волокна нижнечелюстного нерва, чувствительное ядро тройничного нерва, двигательные ветви тройничного нерва. Ответная реакция – сокращение жевательных мышц.

**Рефлекс с сухожилия сгибателя верхней конечности.** Возникает при ударе неврологическим молоточком по сухожилию двуглавой мышцы в локтевом сгибе. Ответная реакция – сокращение мышц и сгибание руки в локтевом суставе.

**Рефлекс с сухожилия разгибателя верхней конечности.** Возникает в результате удара молоточком по сухожилию трехглавой мышцы. Ответная реакция – сокращение трехглавой мышцы плеча и сгибание руки в локтевом суставе.

**Коленный рефлекс.** Возникает при ударе молоточком по плотной связке надколенника ниже коленной чашечки. Ответная

реакция- сокращение четырехглавого разгибателя бедра и разгибание голени.

*Ахиллов рефлекс.* Вызывается ударом молоточка по пяточному сухожилию (ахиллову). Ответная реакция – сгибание стопы.

#### *Рефлекторные реакции у животных.*

*Корнеальный или роговичный рефлекс.* Тонким кусочком ваты дотрагиваются до роговицы и наблюдают, мигает ли животное или смыкает веки.

*Рефлекс холки.* Слегка прикасаются к коже холки и наблюдают, происходит ли сокращение подкожной мышцы.

*Рефлекс стины.* Надавливают пальцами на область поясницы или пощипывают кожу по ходу сагиттальной линии позвоночника. Отмечают, прогибается ли спина.

*Брюшные рефлекс.* Рукояткой перкуссионного молоточка производят штриховые раздражения кожи брюшной стенки. Наблюдают, сокращаются ли брюшные мышцы.

*Рефлекс хвоста.* Прикасаются перкуссионным молоточком к коже внутренней поверхности хвоста и смотрят, подтягивается ли хвост к промежности.

*Анальный рефлекс.* Прикасаются перкуссионным молоточком к коже в области ануса. При этом должно быть сокращение наружного анального сфинктера.

*Коленный рефлекс.* У животного немного приподнимают конечности, добиваясь расслабления мышц. Слегка ударяют перкуссионным молоточком несколько ниже коленной чашечки, по прямой ее связке. Наблюдают, происходят ли разгибательные движения коленного сустава в ответ на постукивание молоточком.

*Ахиллов рефлекс.* Поднимают конечность и удерживают ее в отведенном назад положении (как при ковке), добиваясь расслабления мышц. Затем перкуссионным молоточком наносят короткий удар по ахиллову сухожилию на 10-15 см выше пяточного бугра. При этом скакательный сустав должен разгибаться, а путовый и венечный суставы сгибаться.

Тонус скелетных мышц, необходимый для нормального положения тела в пространстве, обеспечивается рефлексам, получившими название тонических. Эти рефлекс подразделяют на две группы: статические рефлекс и статокинетические. К

статическим рефлексам относят рефлексы позы (или положения) и выпрямительные (или установочные). Центры тонических рефлексов находятся в продолговатом мозге (ядро Дейтерса) и в среднем мозге (красное ядро), а их рецепторы – в преддверии лабиринтов и полукружных каналов внутреннего уха, мышцах и связках шеи, а также на поверхности кожи. Особенно большое значение имеют тонические рефлексы, связанные с положением головы. В зависимости от положения головы происходит перераспределение тонуса мышц шеи, туловища, передних и задних конечностей. Тонические рефлексы проявляются и тогда, когда животное ложится и встает.

*Ход работы 2. Рефлексы позы.* Наблюдают за положением головы и конечностей у лошади при спокойном стоянии. Затем голову лошади быстро приподнимают вверх и опускают вниз к полу. Отмечают положение передних и задних конечностей в первом и втором случаях.

Поворачивают у лошади голову в сторону и наблюдают за положением конечностей той стороны, куда повернута голова и положением противоположной стороны.

*Выпрямительные рефлексы.* Эти рефлексы можно наблюдать в условиях лаборатории у небольшой собаки, кролика, кошки.

1) Животное кладут на мягкую подстилку спиной и теменем вниз и около 15 с удерживают в этом положении. Затем освобождают голову.

У животного освобождают передние конечности и плечевой пояс. Передняя часть туловища с передними лапками поворачивается в ту же сторону, куда повернулась голова – рефлекс с шеи на туловище. Освобождают заднюю часть туловища и отпускают животное. Отмечают, восстанавливается ли нормальная поза животного.

2) Животное кладут набок и удерживают при этом голову в боковом положении. Затем отпускают голову и отмечают, что она принимает нормальное положение – теменем вверх. После этого перестают животное удерживать за таз в лежачем положении и отмечают, что оно быстро принимает обычное положение – вскакивает на все четыре конечности спиной вниз. С высоты 1-1,5 м животное отпускают. При падении она успевает перевернуться и встать на ноги.

3) Кошку удерживают руками за задние и передние лапы и с высоты 1-1,5 м животное отпускают. При падении она успевает перевернуться и встать на ноги.

4) Выпрямительные рефлексy у коровы, лошади и верблюда проявляются, когда они из положения лежа встают на ноги. При этом отмечают последовательные изменения положения головы и конечностей в процессе вставания на ноги.

### **Контрольные вопросы**

1. Перечислите рефлексy, с-х животных, и как они исследуются.

2. Что такое рефлексy позы (или положения), выпрямительные (или установочные) и статокинетические?

## ТЕМА 6. ПИЩЕВАРЕНИЕ

### Занятие 20

**Цели занятия:** а) доказать наличие амилалитических ферментов в слюне; б) установить, что переваривающее действие ферментов проявляется при оптимальных условиях среды (температура 37-40° С, рН 7,1- 7,3); в) доказать наличие протеолитической активности желудочного сока; г) установить зависимость действия фермента от реакции среды и температуры.

**Объект исследования, материал и оборудование:** слюна, смешанная животных и человека, пробирки, пипетки, водяная баня, раствор Люголя, 10% NaOH, 1%  $\text{CuSO}_4$ , 1% крахмальный клейстер, сырой крахмал, 1% HCl, спиртовка, свежий фибрин, желудочный сок, 0,1 н. HCl, фенолфталеин, 1% раствор  $\text{CuSO}_4$ .

1. Работа 6. Определение ферментативных свойств слюны.
2. Работа 16. Действие желудочного сока на белок.

В слюне человека и некоторых животных (свиньи, птицы) содержатся два фермента, расщепляющие углеводы – слюнная амилаза и глюкозидаза (мальтоза). Амилаза расщепляет крахмал до дисахарида – мальтозы, мальтаза – мальтоза – глюкоза. В слюне жвачных амилалитические ферменты отсутствуют, в слюне собаки и лошади встречаются в виде следов.

Сок, выделяемый железами фундальной части желудка, содержит следующие ферменты: протеолитические – пепсин и катепсин, катализирующие гидролиз пептидных связей белковых молекул, химозин (ренин), створаживающий молоко, липолитический фермент – липаза, гидролизующий эмульгированные нейтральные жиры на глицерин и жирные кислоты. Пепсин обнаруживается в соке всех позвоночных. Он выделяется в неактивной форме в виде пепсиногена, который при рН ниже 5,4 освобождается от ингибитора, а при рН 1,6-2,0 проявляет оптимум действия.

**Ход работы 1.** Взять 5 пробирок и в первые 4 из них отмерить по 3 мл крахмального клейстера и добавить по 1 мл слюны животного или человека. В пробирке №3 слюну прокипятить и

остудить, в пробирку №4 добавить к имеющейся слюне 2 капли 1%-ой HCl, а в пробирку №5 насыпать щепотку сырого крахмала.

Все пробирки, кроме №2, поставить одновременно в водяную баню на 10-12 мин. Пробирку №2 поставить в сосуд со снегом. Все пробирки извлечь одновременно и охладить под краном. Содержимое каждой разделить на две равные части. С одной половиной сделать пробу на крахмал (при наличии крахмала добавление 3-4 капель раствора Люголя дает синее окрашивание, с другой – пробу Троммера на сахар.

*Проба Троммера:* к содержимому пробирки прилить половину объема 10% раствора NaOH и по каплям 1%-ый раствор медного купороса до ясно- синего окрашивания. Затем нагреть до кипения. Сначала образуется желтый осадок, переходящий в дальнейшем в красный.

*Ход работы 2.* Взять 5 пронумерованных пробирок и в каждую положить несколько волокон (0,2-0,3 г) свежего фибрина. В пробирки №1 и №2 прилить по 3 мл желудочного сока, пробирку №3 – 3 мл желудочного сока, нейтрализованного по фенолфталеину 0,1 н. раствором NaOH, в пробирку №4– 3 мл предварительно прокипяченного сока, в пробирку №5 – 3 мл 0,1 н. HCl. Все пробирки, кроме второй, поставить в водяную баню при 38°C на 25-30 мин. Пробирку №2 поставить в холодную воду на то же время. Извлечь пробирки и зарегистрировать результаты. Для подтверждения полученных результатов с содержимым каждой пробирки сделать биуретовую реакцию.

*Биуретовая реакция.* К содержимому пробирки прилить 1 мл 10% раствора NaOH и 3-4 капли 1% раствора CuSO<sub>4</sub>, взболтать. При наличии белка появляется фиолетовое окрашивание, при наличии смеси пептидов – розовое.

### Контрольные вопросы

1. Как осуществляется пережевывание и проглатывание корма?
2. Виды и физиологическая роль сокращений желудка и кишечника у животных.
3. Состав слюны у животных.
4. Состав желудочного сока у моногастричных животных.

## Занятие 21

**Цель занятия:** исследовать переваривающее действие поджелудочного сока на белки, жиры и углеводы; исследовать состав и свойства желчи; доказать, что ферментативное расщепление питательных веществ происходит непосредственно на поверхности клеток слизистой оболочки.

**Объект исследования, материал и оборудование:** водяная баня, пробирки, реатив Люголя, крахмальный клейстер, взвесь сырого крахмала, поджелудочный сок, желчь, фибрин, молоко, растительное масло, раствор фенолфталеина, растительное масло, серный цвет, 20% раствор сахарозы, концентрированная серная кислота, дистиллированная вода, бумажные фильтры.

1. Работа 32. Ферментативные свойства поджелудочного сока

2. Работа 33. Исследование состава желчи

В соке поджелудочной железы содержатся протеолитические, амилалитические и липолитические ферменты. Протеолиз до аминокислот осуществляют ферменты трипсин, химотрипсин, карбоксиполипептидаза. Первые два фермента вырабатываются в неактивной форме и активируются энтеропептидазой (энтерокиназой) кишечного сока.

Поджелудочная липаза расщепляет нейтральные жиры на моноглицериды, глицерин и жирные кислоты, активируется солями желчных кислот. Амилаза переваривает крахмал через ряд декстринов в дисахара и моносахара. Выделяется в активной форме.

Желчь вырабатывается клетками печеночной паренхимы и по желчному протоку выделяется в 12-перстную кишку. У жвачных животных желчь, как и поджелудочный сок выделяется в просвет кишечника практически непрерывно. Роль желчи заключается в активировании панкреатической липазы, эмульгировании жиров, нейтрализации кислых продуктов, поступивших из желудка, и образовании легко абсорбируемых комплексов с жирными кислотами.



Наряду с перевариванием в полости кишки расщепление питательных веществ, происходит непосредственно на поверхности кишечных клеток. Поверхность тонкой кишки, богатая микроворсинками, значительно усиливает ферментативные процессы, адсорбируя ферменты и являясь своеобразным пористым катализатором.

Расщепление питательных веществ на поверхности кишки названо пристеночным (контактным) пищеварением. Наличие пристеночного пищеварения подтверждается, в частности, тем фактором, что в присутствии кусочка стенки или слизистой кишки ферментативное расщепление питательных веществ значительно возрастает.

*Ход работы 1. Протеолитическая активность поджелудочного сока.*

Занумеровать 4 пробирки и налить в каждую по 3 мл поджелудочного сока. Содержимое пробирки № 3 прокипятить и остудить. В пробирки №1, №2, №3 поместить по кусочку расщипанного фибрина. В пробирку №4 – 2 мл раствора пептона. Время экспозиции при температуре 39°C 45 минут. После извлечения пробирок визуальное проверить наличие или отсутствие фибрина. С содержимым пробирок №1, №2, №3 проделать биуретовую реакцию.

*Амилолитическая активность поджелудочного сока* в каждую из трех пронумерованных пробирок внести по 3 мл поджелудочного сока. Содержимое пробирки №2 прокипятить и остудить. В пробирки №1 и №2 внести по 2 мл 1% раствора вареного крахмала, в пробирку №3 – 2 мл взвеси сырого крахмала. Время экспозиции при температуре 39° 12-15 мин. Извлечь пробирки и проделать с содержимым каждой реакцию Люголя.

Пробирку №3 поставить в термостат еще на 30 мин, после чего извлечь и выполнить реакцию Люголя на крахмал.

*Липолитическая активность поджелудочного сока.* В каждую из трех занумерованных пробирок налить по 3 мл предварительно прокипяченного и охлажденного молока. В

пробирку №1 добавить 2 мл поджелудочного сока, 3 капли желчи, 3 капли фенолфталеина, в пробирку №2 то же, только поджелудочный предварительно прокипяченный сок, в пробирку №3 – 2 мл поджелудочного сока и 3 капли индикатора. Время экспозиции в термостате 30 мин. Во всех пробирках перед экспозицией появляется розовое окрашивание. После извлечения из термостата обращают внимание на наличие или отсутствие окраски и делают заключения.

*Ход работы 2. Поверхностно-активное и эмульгирующее действие желчи.* В две пробирки налить по 5 мл дистиллированной воды и в одну из них прибавить 5 капель желчи. На поверхность жидкости в пробирках насыпать немного серного цвета и наблюдать за ним.

В две пробирки налить по 3 мл растительного масла. В одну из них добавить 3 мл желчи, в другую – 3 мл дистиллированной воды. Зажав пробирки пальцем, взболтать их содержимое. Отмечают, что в пробирке с желчью образуется стойкая жировая эмульсия – белое «молоко», а в другой – нет.

В две пробирки вставить стеклянные воронки с бумажными фильтрами. Один фильтр смочить водой, а другой – желчью. Налить в каждую воронку по 5 мл растительного масла и через 45 мин проверить результаты.

*Реакция на желчные кислоты.* Поставить часовое стекло на белую бумагу. Нанести 2 капли неразбавленной желчи и 2 капли 20% раствора сахарозы. Тщательно перемешать их стеклянной палочкой. Рядом по краям жидкости нанести 3-4 капли концентрированной серной кислоты, не сдвигая стекла с места. Через некоторое время на месте слияния капель появляется осадок желчных кислот и возникает розовая окраска, переходящая при стоянии в красную и краснофиолетовую. Эту окраску с желчными кислотами дает оксиметилфурфурол, который образуется из фруктозы в присутствии серной кислоты.

## Контрольные вопросы

- 1.Какие пищеварительные органы образуют пищеварительную систему животных и человека?
- 2.Методы изучения функций органов пищеварения.
- 3.Назовите ферменты поджелудочного сока.
- 4.роль желчи в пищеварении.

## Занятие 22

*Цели занятия:* Наблюдение за приемом корма и воды животными; запись жевательных движений.

*Объект исследования, материал и оборудование:* корова лошадь, верблюд овца, коза, кролик, гусь, набор различных кормов вода, секундомер, мастикоциограф.

1.Работа 45. Наблюдение за приемом корма и воды животными.

2. Работа 46.Запись жевательных движений, руминография.

В ядрах гипоталамуса располагаются центры голода, насыщения и жажды. Уменьшение концентрации в крови глюкозы, летучих жирных кислот, аминокислот и других эндогенных раздражителей, воды, снижение потока афферентной информации с рецепторов пищеварительного аппарата в связи с завершением физико-химического превращения принятого корма вызывают возбуждение центра голода (при недостатке воды-центра жажды), которое проявляется в поиске корма, приеме корма ( при жажде-воды).

Ротовое пищеварение и физико-химическое превращение корма в ротовой полости обеспечивается двигательной деятельностью жевательного аппарата и секреторной деятельностью слюнных желез.

*Ход работы 1.* Не кормленному и не поенному с вечера животному дают определенное количество корма, наблюдают как животное принимает корм, ведут подсчет жевательных движений на каждую захваченную порцию корма, определяют время поедания известного количества корма. Обращают внимание на участие в приеме корма губ, языка, зубов,, на характер движения

нижней челюсти при жевании. Животному дают воду и наблюдают за приемом животным воды.

**Ход работы 2.** Животному в состоянии натошак фиксируют на голове мастикоциограф так, чтобы воспринимающий движение нижней челюсти баллон располагался в углублении под нижней челюстью. Систему устройства заполняют воздухом и создают давление, чтобы с помощью капсулы Маррея регистрировать жевательные движения. Животному дают разные виды кормов и записывают на кимографе жевательные движения.

Анализируют мастикоциограмму.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие пищеварительные органы образуют пищеварительный аппарат?
2. Методы изучения функций органов пищеварения.
3. Особенности приема корма и воды животными различных видов.

## ТЕМА 7. ДЫХАНИЕ

### Занятие 23

**Цели занятия:** а) исследовать внешнее дыхание у животных путем наблюдения и записи дыхательных движений; б) определить жизненную емкость легких и отдельные фракции воздуха у человека.

**Объект исследования, материал и оборудование:** животные (лошадь, корова, верблюд, овца, кролик), кимограф, пневмограф, спирометр).

1. Работа 42. Исследование внешнего дыхания у животных.

2. Работа 76. Определение жизненной емкости легких.

Дыхание – физиологический процесс, обеспечивающий поступление в организм кислорода и выделение из него углекислого газа, образующегося в результате обмена веществ. Дыхание животных состоит из внешнего дыхания – обмена газов между внешней средой и альвеолами легких (вентиляция легких), транспорта газов кровью – перенос кровью кислорода от легких к тканям и углекислого газа от тканей к легким, клеточного дыхания – потребление кислорода клетками и выделение ими углекислого газа. У млекопитающих животных внешнее дыхание осуществляется легкими. Обмен воздуха между альвеолами легких и внешней средой происходит в результате ритмических дыхательных движений грудной клетки.

Максимальный объем воздуха, который можно выдохнуть после самого глубокого вдоха, называется жизненной емкостью легких. Эта величина складывается из дыхательного, дополнительного и резервного воздуха. У человека жизненная емкость легких составляет в среднем 3,7 л (0,5 + 1,6 + 1,6 соответственно), у лошади 29 л (5,0 + 12 + 12). Однако даже при максимальном выдохе в легких остается часть воздуха, который называется остаточным. Его величина составляет у человека 1 л, а у лошади 10 л.

**Ход работы 1.** Наблюдение за движениями грудной клетки и мышц живота при вдохе и выдохе. За движениями грудной стенки и мышц живота при дыхании наблюдают у животных разных видов

и сопоставляют. Выявляют особенности по выраженности, силе движения грудной клетки и мышц живота. Полученные результаты описывают и дают заключение о типе дыхания (грудной, брюшной, грудобрюшной).

*Запись дыхательных движений (пневмография).* Для записи дыхательных движений животное фиксируют в станке. Собирают установку для графической регистрации дыхания с помощью простого пневмографа. Манжету пневмографа фиксируют на грудной клетке животного, соединяют ее с помощью резиновой трубки с капсулой Маррея, заполняют воздухом и записывают дыхательные движения на барабане кимографа. Анализируют пневмограмму, объясняют происхождение волн. Дают заключение о продолжительности вдоха и выдоха, ритмичности дыхания.

*Наблюдение за движением ребер и диафрагмы.* Кролика наркотизируют и фиксируют на операционном столе в спинном положении. Делают разрез кожи и мышц по средней линии живота от мечевидного отростка. Края раны ближе к грудной клетке захватывают пинцетом и приподнимают их. При этом хорошо видна диафрагма. Обращают внимание. Как изменяется положение диафрагмы при вдохе и выдохе. Затем отделяют кожу на грудной стенке, обнажают несколько ребер. Описывают характер движений диафрагмы и ребер.

*Определение дыхательного и минутного объемов.* На морду животного надевают маску и соединяют выдыхательный клапан с мешком Дугласа. Собирают выдыхаемый животным воздух в течение 5-10 мин. Определяют число дыхательных движений в минуту. Снимают маску с животного, отсоединяют мешок и слегка надавливая на него, пропускают воздух через счетчик. Вычисляют минутный объем дыхания.

*Ход работы 2.* Протереть мундштук спирометра спиртом и поставить прибор в нулевое положение. Нос испытуемого зажать пальцами, сделать возможно глубокий вдох и, взяв в рот мундштук спирометра, произвести максимальный выдох. Выдохнутый объем воздуха соответствует жизненной емкости легких.

Привести прибор в нулевое положение. Взяв мундштук в рот, дышать спокойно, при этом вдыхать через нос, а выдыхать через рот. После 5-6 дыхательных движений определить по шкале объем выдохнутого воздуха и, разделив его на число дыханий, определить объем дыхательного воздуха.

Установить внутренний цилиндр спирометра на уровне (2000-3000 мл). После нескольких спокойных дыхательных движений сделать очередной вдох, задержать на мгновение дыхание и, взяв мундштук в рот, сделать максимально глубокий вдох из спирометра. По разности показателей на шкале до и после вдоха вычислить объем дополнительного воздуха.

Поставить прибор в нулевое положение. После нескольких дыхательных движений сделать обычный выдох, несколько задержать дыхание и, взяв в рот мундштук, сделать возможно глубокий выдох в спирометр. Этот выдох характеризует объем резервного воздуха.

### **Контрольные вопросы**

1. Понятие о процессе дыхания. Внешнее и внутреннее дыхание, роль верхних дыхательных путей.
2. Типы дыхания и частота дыхательных движений у разных видов животных.
3. Жизненная емкость легких и ее составные части.

## ТЕМА 8. ВЫДЕЛЕНИЕ

### Занятие 24

**Цели занятия:** а) ознакомиться с методами получения мочи у животных; б) определить физико-химические свойства мочи животного; в) изучить роль нервной и гуморальной системы в регуляции функции почек.

**Объект исследования, материал и оборудование:** животное с фистулой мочевого пузыря и желудка, станок для фиксации животного, воронка для сбора мочи, мерный цилиндр, физиологический раствор, шприцы, пипеттирин.

1. Работа 86. Ознакомление с методами получения мочи у животных.

2. Работа 87. Исследование физико-химических свойств мочи.

3. Работа 54. Изучение регуляции деятельности почек.

**Ход работы 1.** Мочу от сельскохозяйственных животных можно собирать в мочеприемники непосредственно при очередном акте мочеиспускания. При необходимости при получении мочи в определенный период времени прибегают к катетеризации животных. При этом в мочевой пузырь через мочеполовой канал вводят катетер соответствующего диаметра. Катетеризацию крупных животных производят в стоячем положении в станках; собак и кроликов при этом фиксируют брюхом вверх.

Для получения мочи у крупных животных в станках в течение длительного периода пользуются специальными мочеприемниками. Свиней и мелких жвачных с этой целью помещают в обменные клетки с оцинкованным дном, имеющим отверстие для стока мочи. Для крупных лабораторных животных и зверей используют металлические клетки с сетчатым полом и оцинкованным поддоном, имеющим отверстие для стока мочи. Крыс и мышей помещают на сетку, вложенную в стеклянную воронку, мочу из которой собирают в цилиндр. У птиц мочу собирают или с помощью специального прибора, вставляемого кратковременно в клоаку отверстием напротив мочеточников, или после проведения операции наложения «искусственного ануса», т.е. хирургического разобщения пищеварительного и мочеполового



трактов.

*Ход работы 2. Определение плотности мочи.* Плотность мочи характеризует соотношение между водой и растворенными в ней плотными составными частями. Наибольшее влияние на плотность оказывает содержание в ней мочевины. Показатели плотности колеблются в зависимости от вида животного, количества потребляемой воды, величины диуреза, температуры среды, физиологического состояния (работа, беременность). Цилиндр емкостью 100 мл заполнить мочой, исключая образование пены. Медленно опустить в мочу урометр, так чтобы часть его, находящаяся выше уровня мочи, осталась несмоченной. После установки урометра на определенной высоте по нижнему мениску отметить деление и внести поправку на температуру. На каждые 3° выше 15°С следует прибавить, а на каждые 3° ниже 15° убавить 0,001 от показания шкалы урометра. Определить плотность мочи лошади, коровы, свиньи и сравнить их.

*Определение реакции мочи.* Реакция мочи у животных может быть кислой, щелочной или нейтральной. Моча травоядных в норме щелочная, моча всеядных и плотоядных – слабокислая или кислая. При неполноценном кормлении животных и нарушении обмена веществ реакция мочи может изменяться. Определить реакцию мочи лошади, коровы и свиньи с помощью индикаторных бумажек. На универсальные бумажки нанести пипеткой по капле мочи. Под влиянием кислой мочи бумажка розовеет или желтеет, под влиянием щелочной – зеленеет или синеет, нейтральная моча не меняет цвета бумажек.

*Определение ацетоновых тел в моче.* Ацетоновые тела – это ацетон, ацетоуксусная и β- оксимасляная кислоты. Эти соединения, являющиеся промежуточными продуктами обмена, в норме окисляются в организме и содержатся в моче животных в сравнительно небольших количествах (2-9 мг%). При нарушении обмена веществ у крупного рогатого скота – кетозах, вызванных недостатком углеводов, белковым перекормом возникают кетонемия и кетонурия. На предметное стекло насыпать 50-70 мг реактива Лестраде. На реактив нанести пипеткой каплю исследуемой мочи. При положительной реакции (содержании кетоновых тел 10-12 мг% и выше) появляется окрашивание от розового до темно-фиолетового.

*Ход работы 3. Исследование влияния питуитрина на*

*диурез*. Не кормленное с вечера животное ставят в станок. Открывают канюлю фистулы мочевого пузыря и определяют исходный уровень диуреза за 10-минутные интервалы. Если диурез низкий, то животному в желудок вливают 150-200 мл воды. После установления исходного уровня диуреза животному вводят под кожу 1 мл питуитрина (вытяжка из задней доли гипофиза, содержащая антидиуретический гормон) и продолжают наблюдение за диурезом.

Результаты наблюдений заносят в таблицу и делают вывод о влиянии гормона на диурез. Объясняют роль антидиуретического гормона в гидроуретической функции почек.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие методы используются для определения величины фильтрации?
2. Как осуществляется нервная и гуморальная регуляция деятельности почек?
3. Каков механизм мочеиспускания?

## Тема 9. ВЫСШАЯ НЕРВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

### Занятие 25

*Цель занятия: ознакомиться с методикой выработки условных рефлексов.*

*Объект исследования, материал и оборудование: собака с фистулой околоушной железы, станок для собаки со щитом и подвижной кормушкой, капсула для собирания слюны, менделеевская замазка, мелкие сухари с колбасой, электрический звонок, секундомер, индукционная катушка с электродами, 3% раствор натрия хлорида.*

1. Работа 96. Слюноотделительные пищевые условные рефлексы.

2. Работа 97. Двигательно-пищевые условные рефлексы.

3. Работа 98. Двигательно-оборонительные условные рефлексы.

И.П. Павлов, изучая деятельность коры больших полушарий, вырабатывал у собак с фистулой околоушной слюнной железы слюноотделительные условные рефлексы. В качестве безусловного раздражителя он использовал точно определенное количество корма или количество вливаемой в рот кислоты. Слюноотделительная методика позволяет по количеству выделяющейся слюны очень точно регистрировать величину условного рефлекса у собаки. Двигательно-пищевая методика – наиболее адекватная и удобная для выработки условных рефлексов, она широко используется для изучения нервной деятельности у самых различных животных, начиная с лабораторных и кончая сельскохозяйственными. Безусловным раздражителем является корм, который кладут в кормушку. При действии условного раздражителя (звонка) собаку, лошадь подводят к кормушке, а затем уводят обратно, когда выключают звонок и животное съест корм. Многократное сочетание условного раздражителя с безусловным ведет к выработке условного рефлекса. Эта методика наиболее соответствует естественным условиям жизни животных. Методика выработки двигательно-оборонительных условных рефлексов основана на том, что животному в качестве безусловного раздражителя применяют слабый электрический ток. Для

нанесения раздражения животным, например лошади или собаке в области путового сустава укрепляют раздражающие электроды. При нанесении раздражения током животное сгибает конечность, ее движения с помощью пневматической передачи записывают на кимографе.

*Ход работы 1.* Собаку ставят в станок. К коже щеки (в месте вывода слюнного протока) менделеевской замазкой приклеивают капсулу для собирания слюны. В кормушку кладут 20-25 г сухарей с кусочками колбасы. Включают условный сигнал – звонок, и через 5 с от начала его звучания собаке подают кормушку с кормом – безусловным раздражителем. Звонок выключают через 25-30 с, кормушку убирают после того, как собака съест содержимое. Так повторяют несколько раз с интервалом в 2-3 мин и более после нескольких сочетаний условного раздражителя с безусловным включают только условный раздражитель и проверяют по количеству капель слюны образование условного рефлекса на звонок.

*Ход работы 2.* Животное на поводке приводят в помещение и оставляют на исходном месте. Подают условный сигнал – звонок и через 5 с животное ведут на поводке с исходного места к кормушке. Здесь его кормят. Через 30 с звонок выключают, и после того как корм будет съеден животным, его уводят на исходное место. При каждом последующем условном сигнале животное отпускают. Если после подачи условного сигнала животное само подходит к месту подкормки и возвращается на исходное место, условный рефлекс считается выработанным. Условный раздражитель подается с интервалом в 2-3 мин.

*Ход работы 3.* Собаку ставят в станок. На заднюю лапу ниже коленного сустава надевают манжету, соединенную с капсулой Маррея, на которой укреплен рычажок с писчиком для записи движений лапы на кимографе. Включают условный раздражитель – звонок и через 5 с от начала его действия наносят короткое раздражение электрическим током такой величины, которая вызывает сгибание лапы. Продолжительность действия условного раздражителя 10 с, интервал между условными раздражителями 1-2 мин. Условный оборонительный рефлекс считается выработанным, если после начала звучания звонка собака сгибает лапу.

## Контрольные вопросы

1. Роль И. М. Сеченова и И.П. Павлова в создании учения о ВНД.
2. Что называется безусловным и условным рефлексам, в чем их основные отличия?
3. Какие условия необходимо соблюдать при выработке условных рефлексов?

## Занятие 26

**Цель занятия:** наблюдать процессы выработки внешнего, угасательного, дифференцировочного торможения условных рефлексов.

**Объект исследования, материал и оборудование:** собака с фистулой околоушной железы, станок для собаки со щитом и подвижной кормушкой, капсула для собирания слюны, менделеевская замазка, мелкие сухари с колбасой, электрический звонок, секундомер, индукционная катушка с электродами, 3% раствор натрия хлорида.

- 1.Работа 99.Внешнее торможение условного рефлекса
- 2.Работа100.Угасательное торможение условного рефлекса
- 3.Работа101.Дифференцировочное торможение условного рефлекса

В коре больших полушарий протекают наряду с процессами возбуждения и процессы торможения. При изучении условных рефлексов И. П. Павлов разделил их на два вида торможения; безусловные и условные. Безусловное торможение делят на внешнее и запредельное торможение. Условное торможение – на угасательное, дифференцировочное, условный тормоз и запаздывание.

**Ход работы 1.** Животное с выработанным условным

рефлексом ставят в станок. Включают условный раздражитель, на который выработан условный рефлекс и проверяют, имеется ли условный рефлекс. При наличии условного рефлекса его подкрепляют. Затем вновь включают условный раздражитель и во время его действия применяют какой-либо посторонний раздражитель (включают сирену, сильно хлопают дверью, показывают кошку собаке). Наблюдают, проявляется ли условный рефлекс.

*Ход работы 2.* Животное с выработанным условным рефлексом ставят в станок. Включают условный раздражитель, на который выработан условный рефлекс и проверяют, имеется ли условный рефлекс. При наличии условного рефлекса его подкрепляют. Затем неоднократно включают условный раздражитель с интервалами в 2-3 мин, но не подкрепляют его безусловным. Наблюдают, как через несколько применений условного раздражителя без подкрепления безусловным наступает угасание условного рефлекса.

После угасания условного рефлекса, производят его восстановление, для чего условный раздражитель подкрепляют безусловным раздражителем. Отмечают, сколько потребуется сочетаний условного раздражителя с безусловным для восстановления условного рефлекса.

*Ход работы 3.* Животное с выработанным условным рефлексом ставят в станок. Включают условный раздражитель, на который выработан условный рефлекс и проверяют, имеется ли условный рефлекс. Затем включают другой условный раздражитель (прерывистый звонок) и его не подкрепляют. Так повторяют несколько раз, поочередно, с интервалами в 2-3 мин, включая непрерывный и прерывистый звонки. Отмечают реакцию собаки на первый и второй условный сигналы.

## Контрольные вопросы

1. Какой механизм лежит в основе внешнего торможения условного рефлекса?
2. Что такое безусловное торможение условного рефлекса?
3. Что такое условное торможение условного рефлекса?

## Тема 10. АНАЛИЗАТОРЫ

### Занятие 27

**Цель занятия:** исследовать анализаторы у животных.

**Объект исследования, материал и оборудование:** кролик, офтальмоскоп. 0,5% раствор атропина, глазная пипетка, рамка, затянутая сеткой, линейка, камертон, молоточек, фонендоскоп, циркуль Вебера, растворы лимонной кислоты, сахара, хлористого натрия, флаконы с растворами пахучего вещества (камфары, спирта, ванилина и др.)

1. Работа 105. Исследование дна глаза (офтальмоскопия).
2. Работа 106. Наблюдение за величиной зрачка в зависимости от освещения.
3. Работа 107. Аккомодация глаза.
4. Работа 146. Последовательные зрительные образы.
5. Работа 110. Исследование костной и воздушной проводимости звука.
6. Работа 111. Определение локализации источника звука.
7. Работа 112. Определение тепловых и холодовых рецепторов.
8. Работа 113. Определение пространственных порогов тактильной чувствительности.
9. Работа 114. Пороги вкусовой чувствительности.
10. Работа 115. Определение порогов обоняния.

В любой части организма имеются рецепторы, воспринимающие различные раздражители. Совокупность этих рецепторов называется органами чувств. При действии раздражителей на органы чувств возникает ощущение, свойственное данному органу.

Понятие об органах чувств одностороннее и неполное. Они являются лишь частью более сложных систем – анализаторов или сенсорных систем. Учение об анализаторах было создано И. П. Павловым. Анализатором является совокупность нейронов, участвующих в восприятии раздражений, проведении возбуждения, а также анализе его свойств клетками коры больших полушарий. Каждый анализатор представляет сложную систему, состоящую из трех функционально связанных между собой частей: рецептора – периферической воспринимающей части анализатора, проводниковой части и центральной, находящейся в определенном участке коры больших полушарий.

Роль каждой части анализатора состоит в следующем. Рецепторы специализированы для восприятия определенного стимула (раздражителя). Проводниковая часть передает возникшее возбуждение в кору больших полушарий – центр анализатора, здесь происходит тончайший анализ и синтез поступивших сенсорных сигналов, которые воспринимаются как ощущение.

Функция любого анализатора начинается с восприятия рецепторами определенного вида физической или химической энергии. Раздражение рецепторов вызывает возникновение потенциалов действия, посредством которых и передаются сенсорные сигналы в центр анализатора. Процесс передачи сенсорных сигналов сопровождается многократными их преобразованиями и перекодированием.

**Ход работы 1.** В исследуемый глаз животного за 10-15 мин до опыта вводят каплю 0,5% раствора атропина и помещают его в станок мордой в темную сторону. С помощью офтальмоскопа наводят свет на зрачок и рассматривают через него дно глаза. Обращают внимание на сосок зрительного нерва, на его местоположение, цвет, величину, кровеносные сосуды.

**Ход работы 2.** Рассматривают глаз животного и обращают внимание на величину зрачка. Затем закрывают глаз рукой и через несколько секунд руку убирают. Обращают внимание на изменение величины зрачка.

К глазу животного подносят зажженную электрическую лампочку. Затем ее отводят в сторону и снова приближают к глазу животного. Наблюдают за величиной зрачка.

Закапывают в глаз животному 1-2 капли 0,5% раствора атропина и продлевают те же манипуляции.



*Ход работы 3.* Берут рамку, затянутую сеткой и держат ее перед глазами на расстоянии 25-30 см. Смотрят через сетку на текст в книге и обращают внимание, как при этом воспринимается сетка. Затем взгляд фиксируют на ячейках сетки и отмечают, как при этом воспринимаются буквы.

*Ход работы 4.* Для каждого из цветов спектра можно найти другой цвет. При смешении с которым в определенном соотношении получается белый цвет. Такую пару цветов называют дополнительными цветами.

На белом экране последовательно прикрепляют цветные круги и смотрят на каждый из них с расстояния 2-3 м в течение 50-60 с. Переносят взгляд на белую поверхность (или убирают круг) и замечают, что через некоторое время на ней появляется последовательный образ другого цвета (дополнительного).

На белом экране помещают круги следующих цветов: красного, зеленого, синего, желтого.

*Ход работы 5.* Испытуемый пальцами рук закрывает оба уха. На теменную область испытуемого ставят ножку звучащего камертона. Когда испытуемый перестает слышать звук камертона, он открывает уши и быстро подносит камертон к наружному слуховому проходу. Отмечают, слышен ли звук камертона.

*Ход работы 6.* Испытуемого (студента) усаживают на стул спиной к исследователю и завязывают глаза. Звучащий камертон постепенно перемещают вправо и влево, вверх и вниз от испытуемого. Определяют, на какое минимальное расстояние должен быть перемещен источник звука, чтобы это было замечено испытуемым. Затем испытуемый закрывает одно ухо ватой и опыт повторяют.

Испытуемый вставляет в уши оливы от одинаковой длины трубок фонендоскопа. Источник звука помещают над мембраной фонендоскопа, находящейся за испытуемым. Испытуемый должен определить, где находится источник звука. Опыт повторяют, заменив этот фонендоскоп на другой, у которого трубки имеют различную длину.

*Ход работы 7.* Для определения плотности холодовых рецепторов термоэстезиометр заполняют льдом. На тыльную поверхность кисти, предплечья, плеча испытуемого накладывают трафарет с отверстием в 1 см<sup>2</sup> и осторожно касаются острием его проволоки поверхности кожи в пределах отверстия. При каждом

прикосновении испытуемый сообщает, что ощущает: прикосновение или холод, считают холодовые рецепторы.

Для определения числа тепловых рецепторов прибор заполняют водой температурой 50°C.

*Ход работы 8.* Испытуемый сидит с закрытыми глазами. Исследователь раздвигает ножки циркуля Вебера на 1 мм и прикасается без нажима двумя ножками к коже пальцев рук. Затем постепенно раздвигают ножки циркуля, прибавляя каждый раз по 1 мм, и прикасается к коже. Отмечают, при каком расстоянии между ножками испытуемый различает два прикосновения.

*Ход работы 9.* Испытуемому наносят на различные участки языка глазной пипеткой или стеклянной палочкой капельку испытуемого вещества, начиная с наименьшей концентрации. Между пробами рот ополаскивают кипяченой водой. Интервал между пробами 1-2 мин.

*Ход работы 10.* Открывают пробку флакончика с определенным пахучим веществом, подносят флакончик к ноздрям и делают несколько «нюхательных» вдохов. Начинают нюхать вещества с наименьшей концентрации. Определяют пороговую концентрацию запаха для разных веществ.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое анализаторы и какие они дают ощущения?
2. Строение зрительного анализатора, его функции.
3. Строение и функции слухового анализатора.
4. Строение и функции рецепторов кожных анализаторов.

### **Вопросы для подготовки к экзамену**

1. Значение физиологии животных и человека в изучении общих закономерностей и регуляция физиологических функций.

2. Пищеварение в полости рта.

3. Физиология вегетативной нервной системы.

4. Артериальное давление крови. Артериальный пульс.

Движение крови по венам.

5. Обмен газов в легких.

6. Пищеварение в толстом кишечнике.

7. Особенности кровообращения и дыхания у плода.

8. Работа мышцы при разных нагрузках. Тонус мышц.

Утомление мышц, его причины и проявления.

9. Учение И.П.Павлова о высшей нервной деятельности.

Классификация типов ВНД, их связь с продуктивностью, динамический стереотип.

10. Особенности различия условных и безусловных рефлексов. Методы выработки условных рефлексов, механизм их образования.

11. Лейкоциты. Представления об иммунитете.

12. Цикл сердечной деятельности и его фазы.

13. Физиология вкусового и слухового анализаторов.

14. Физиология продолговатого мозга.

15. Гемоглобин и его производные.

16. Пищеварение в желудке у кролика.

17. Функциональные группы сосудов.

18. Вегетативные рефлексы.

19. Строение и особенности кровоснабжения почек.

20. Желудочное пищеварение у свиней и их особенности у поросят.

21. Регуляция дыхания.

22. Эритроциты.

23. Регуляция деятельности сердца.

24. Физиология кожного и обонятельного анализаторов.

25. Общая характеристика возбудимых тканей.

26. Учение о группах крови. Системы групп крови у с/х животных.

27. Торможение в ЦНС и его значение.

28. Физиология промежуточного мозга и подкорковых ядер.

29. Физиология кожного анализатора.

30. Торможение условных рефлексов и их биологическое значение.

31. Дыхательная функция крови.

32. Регуляция кровообращения.

33. Сущность процесса дыхания. Значение верхних дыхательных путей. Жизненная и общая емкость легких. Легочная вентиляция.

34. Пищеварение в однокамерном желудке.

35. Физиология коры больших полушарий головного мозга. Строение и методы исследования функций коры больших полушарий, локализация функций.

36. Роль почек в регуляции постоянства внутренней среды. Регуляция функции почек. Выведение мочи.

37. Сущность пристеночного пищеварения и его связь с полостным пищеварением.

38. Нервные центры и их свойства.

39. Физиология среднего мозга. Децеребрационная ригидность и ее происхождение.

40. Свойства сердечной мышцы.

41. Функции кровеносных сосудов. Факторы, обеспечивающие движение крови по сосудам.

42. Факторы, обеспечивающие движение крови по сосудам.

43. Нейронное строение ЦНС. Рефлекторная дуга и ее основные звенья. Классификация рефлексов.

44. Автоматия сердца. Проводящие системы сердца.

45. Пищеварение в желудке жвачных.

46. Пищеварение в толстом отделе кишечника.

47. Физиология спинного мозга.

48. Гомеостаз. Организм как саморегулируемая система, принципы регуляции физиологических функций.

49. Функциональные особенности гладкой мускулатуры.

50. Понятие о системе крови. Физико-химические свойства крови.

51. Биоэлектрические явления в сердце. Электрокардиография и ее значение.

52. Физиология зрительного анализатора.

53. Учение Н.Е. Введенского о парабии. Оптимум и пессимум. Классификация раздражителей.

54. Физиологические механизмы адаптации. Стресс как

адаптивный механизм восстановления гомеостаза.

55. Физиология нервов.
  56. Моторная функция желудка и ее регуляция.
  57. Физиологические механизмы сна. Теории сна. Фазы сна.
  58. Физиология мозжечка.
  59. Свертывание крови.
  60. Сущность пищеварения. Виды пищеварения. И. П. Павлов – создатель учения о пищеварении. Механизмы голода и жажды.
  61. Функции почек. Основные процессы, протекающие в почке: ультрафильтрация реабсорбция.
  62. Особенности пищеварения у с.-х. птицы.
  63. Методы определения кровяного давления.
  64. Состав и роль желчи в пищеварительных процессах.
  65. Особенности строения мышечных волокон.
- Физиологические свойства скелетных мышц.
66. Обмен газов между альвеолярным воздухом и кровью.
  67. Физиология слухового анализатора.
  68. Физиология вкусового анализатора.
  69. Синапсы ЦНС и особенности передачи в них возбуждения.

### Основная литература

1. Иванов А.А. Сравнительная физиология животных.[Электронный ресурс]: учебник/А.А. Иванов, О.А.Войнова, Д.А. Ксенофонов[ и др].-Электрон. дан.- СПб. :Лань, 2014. – 415с.- Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pll\\_id=564](http://e.lanbook.com/books/element.php?pll_id=564)- Загл. С экрана.
2. Лысов В.Ф. Практикум по физиологии животных: учебное пособие /Лысов В.Ф., Ипполитова Т.В., Максимов В.И., Шевелев Н.С. / Под ред. В.И. Максимова. – М.: КолосС, 2010. – 303 с. .
3. В.Ф. Лысов, Т.В. Ипполитова, В.И. Максимов, Н.С. Шевелев Физиология и этология животных: учебник для студ. вузов 2012, 605 с.
4. Максимов В.И., Медведев И.Н. — Основы физиологии – СПб.:Издательство «Лань», 2013,-288 с.:<http://e.lanbook.com/view/book/30430/page283/>

5. Мусалимова Р.С., канд. биол. н., доц.; Лязина Л.В., канд. биол. н., доц. Рец.: Мигранов М.Г., д-р биол. н., проф. БГПУ; Имельбаева Э.А., д-р биол.н., проф. БГМУ.- Физиология человека и животных.-БГПУ имени М.Акмоллы-978-587978-551-7, 2009,88

6. Скопичев В.Г. Физиология животных и этология /В.Г. Скопичев, Т.А. Эйсымонт, Н.П. Алексеев, И.О. Боголюбова, А.И. Енукашвили, Л.Ю. Карпенко и др. –М.КолосС, 2003.- 720 с. : ил. -

### Дополнительная литература

1. Битюков.И.П. и др. Практикум по физиологии сельскохозяйственных животных/И.П.Битюков, В.Ф.Лысов, Н.А.Сафонов.-М.: Агропромиздат, 1990.-256 с.

2. Георгиевский В.И. Практическое руководство по физиологии сельскохозяйственных животных. Учебное пособие для с.-х. вузов.М., «Высш. Школа», 1976.352 с.

3. Дегтярев В.П., Кушнарёва Г.В., Фенькина Р.П. и др. Руководство к практическим занятиям по физиологии / Под ред. Г.И.Косицкого, В.А. Полянцева.-М.: Медицина, 1988-288 с.



Министерство сельского хозяйства  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Самарская государственная  
сельскохозяйственная академия»  
Кафедра «Биоэкология и физиология  
сельскохозяйственных животных»

**Гниломёдова Л.П.**

## **ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА**

Методические указания  
для выполнения практических занятий

Кинель  
РИО СГСХА  
2019

УДК 504 (075.8)

ББК 20.1 Р

Г-56

**Гниломедова, Л. П.**

**Г-56** Экология человека: методические указания. – Кинель :  
РИО СГСХА, 2019. – 40 с.

Данное издание позволит студентам закрепить основные теоретические знания, излагаемые в процессе обучения на лекциях и практических занятиях.

Издание предназначено для студентов очной формы обучения факультета Биотехнологии и ветеринарной медицины, обучающихся по направлению 06.03.01 «Биология».

© ФГБОУ ВО Самарская  
ГСХА, 2019

© Гниломедова Л.П., 2019



## Предисловие

Изучение экологии человека является необходимым для формирования у обучающихся представления об экологических факторах, влияющих на здоровье; о физиологических основах адаптации к природным и техногенным условиям среды. Полученные на занятиях знания и навыки могут применяться при решении профессиональных задач, что позволит прогнозировать и коррелировать последствия вмешательства человека в природные процессы.

Данное издание позволит студентам закрепить основные теоретические знания на практических занятиях.

В результате освоения курса студенты смогут:

- ♦ демонстрировать базовые представления об основах биологии человека, профилактике и охране здоровья;
- ♦ использовать современные информационно-коммуникационные технологии для сбора, обработки и анализа информации;
- ♦ анализировать, сравнивать и обрабатывать научную литературу по состоянию окружающей среды;
- ♦ комплексно решать проблемы оптимизации взаимодействия человека и среды;
- ♦ понимать и соблюдать нормы здорового образа жизни;

В издании содержатся разработки практических работ с теоретическим обоснованием их, список рекомендуемой литературы и источников информации, вопросы к экзаменам.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций: - способность и готовность вести дискуссию по социально-значимым проблемам биологии и экологии; - готовность применять на производстве базовые общепрофессиональные знания теории и методов современной биологии; - использование экологической грамотности и базовых знаний в жизненных ситуациях; прогнозирование последствия своей профессиональной и социальной деятельности, ответственность за свои решения.

## Занятие 1. Методы научных исследований в антропоэкологии

*Цель занятия:* познакомиться с общенаучными и специальными методами исследования в антропоэкологии.

**Цель экологии человека** — обеспечить общество соответствующей информацией, способствующей оптимизации жизненной среды человека и процессов, протекающих в человеческих общностях. Практическая задача экологии человека — создание на всей территории страны здоровой, экологически чистой, безопасной и социально комфортной среды обитания человека. Методологическую основу современной биологии и экологии составляет системно-комплексный и эволюционно-исторический подходы.

Антропоэкология –дисциплина, имеющая дело с многокомпонентными, сложными, открытыми динамическими системами. Для понимания динамики процессов в антропоэкосистемах и для решения конкретных экономико-социально-экологических проблем принципиальное значение имеет *теория открытых систем*.

Экология человека использует информацию и заимствовала методологические положения, методические подходы и приемы исследования многих наук с которыми взаимодействует (науки о Земле — география, геология, геофизика, геохимия, климатология, гидрология; медицинские науки — гигиена, медицинская статистика, эпидемиология и др.; биология — антропология, генетика, микробиология, ботаника, зоология, почвоведение; экономика, социология, философия, демография, история и др.)

Многоаспектность антропоэкологии требует использования комплексных методов — оценивание, моделирование, картографирование, районирование и прогнозирование, анализ и синтез информации и ее верификация (проверка результатов).

*Дистанционные методы* исследования — аэрофотосъемка, космофотосъемка, непосредственные визуальные наблюдения из космоса. Эти методы успешно используются в геологии, геодезии, географии, океанологии, метеорологии и т.д. Аэрофотоснимки (АФС) и космофотоснимки (КФС) — позволяют прогнозировать изменения от локальных до глобальных, происходя-

щих в окружающей среде. На основе использования математического моделирования проводят описание реальных объектов/явлений с помощью языка математики. Математические модели реализуются в виде соответствующих программ. С помощью дистанционной информации (в сочетании с наземными исследованиями) изучается природа, хозяйство, структура территориальной организации общества, природные очаги ряда опасных заболеваний, нарушения среды обитания человека и динамические тенденции в развитии этих явлений и процессов.

### **Контрольные вопросы**

1. Как Вы считаете экология человека – это отдельная самостоятельная наука, ассоциация наук или определенное мировоззрение?
2. Каков принцип формирования системы методов, используемых в экологии человека?
3. Каковы цели и задачи экологии человека? Каковы пути решения антропоэкологических задач?

### **Занятие 2. Влияние абиотических факторов.**

#### **Исследование физиологических механизмов адаптации**

*Цель занятия:* научиться давать характеристику абиотическим факторам среды обитания, раскрывать механизмы адаптации к различным условиям среды.

**Адаптация человека** – одно из ключевых понятий в экологии человека (а так же других дисциплинах – физиологии, антропологии, социологии, этнографии и т.д.) – сложный процесс изменения поведения и функций организма в новых экологических условиях, приспособление окружения к потребностям человека (обустройство жилища, одежда, транспорт, питание, т.д.)

Человек живет в самых разнообразных климатических условиях, которые влияют на физиологические функции и психическое состояние человека. Фактором, оказывающим значительное влияние на самочувствие, здоровье и работоспособность является уровень атмосферного давления и связанное с ним из-

менение *парциального давления* кислорода во вдыхаемом воздухе.

**Гипоксия** — это кислородная недостаточность, возникающая в организме при понижении парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе – подъеме на высоту, вдыхании воздуха с низким содержанием кислорода и др. Различают острую и хроническую гипоксию.

Острая гипоксия возникает при резком уменьшении доступа кислорода в организм (в течение нескольких секунд, минут или часов); например, при помещении исследуемого в барокамеру, откуда откачивается воздух; разгерметизации летательных аппаратов; отравлении окисью углерода; острым нарушении кровообращения или дыхания. Хроническая гипоксия возникает после длительного пребывания в горах или в любых других условиях недостаточного снабжения кислородом.

Например, эффективное приспособление организма к воздействию комплекса факторов гор и, прежде всего, гипоксии обеспечивается вовлечением в этот процесс многих функциональных систем (в первую очередь газотранспортных: дыхания, кровообращения, крови), специфически реагирующих на гипоксемию (снижение содержания кислорода в крови) и тканевую гипоксию (снижение содержания кислорода в тканях и клетках).

Предварительная адаптация к гипоксии увеличивает мышечную работоспособность. Этот феномен используется при тренировке спортсменов на умеренных высотах для повышения их спортивных показателей. Тренировка в условиях барокамерной и высокогорной гипоксии используется и для профилактики ряда заболеваний человека, в том числе болезней системы крови (анемия), органов сердечнососудистой системы (ишемическая болезнь сердца, инфаркт миокарда, гипертоническая болезнь) и других систем.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое адаптивный тип? Чем отличается адаптивный тип у человека от географических форм у животных?
2. Адаптация и акклиматизация – в чем сходство и отличие? Привести примеры.
3. Назвать основные механизмы адаптации.

### Занятие 3. Влияние биотических факторов. Ознакомление с фитонцидными растениями

*Цели занятия:* ознакомиться с ролью биотических факторов на примере комнатных растений; составить список рекомендуемых растений, с учетом их влияния на здоровье человека и эстетическим восприятием.

Комнатные растения влияют на микроклимат помещения, поглощают излишнее количество углекислого газа, имеют эстетическое и рекреационное значение. Зеленый цвет растений благотворно влияет на здоровье. Он меньше утомляет глаза, снижает зрительное напряжение, нормализует внутриглазное давление, способствует лучшему кровоснабжению глаз.

Во второй половине XX в. стала развиваться *ароматология*, чему способствовал интерес к природным запахам химиков, медиков, экологов. Растительные ароматы способны влиять на дыхание, возбудимость мышц, нервную систему, мозговые биоритмы.

**Фитонциды** — это продуцируемые растениями бактерицидные (убивающие бактерии), фунгицидные (противогрибковые), протистоцидные (убивающие простейших) летучие вещества, играющие значительную роль во взаимоотношениях организмов, в растительных сообществах и являющиеся одним из факторов естественного иммунитета растений.

**Задание 3.1.** Составить список растений, обладающих фитонцидными свойствами. Указать их эстетические и другие достоинства, особенности выращивания. В рабочей тетради оформить данные по таблице 3.1.

Таблица 3.1

Фитонцидные растения в интерьере

Название растения	Эстетические достоинства	Требования к свету	Требования к влажности	Фитонцидные и другие полезные свойства
1	2	3	4	5

**Задание 3.2.** Спланировать интерьерное озеленение помещения в зависимости от назначения (на выбор: вестибюль, холл, зимний сад, галерея, коридор, офис, т.п.).

### Контрольные вопросы

1. Каково происхождение биотических факторов, их роль для человека и окружающей его среды?
2. Каково значение комнатных растений в жизни человека?
3. Как и где используются растительные ароматы? Какие задачи решает ароматология?

### Занятие 4. Влияние антропогенных факторов. Изучение механизмов влияния токсичных металлов

*Цели занятия:* ознакомиться с последствиями антропогенных загрязнений для здоровья человека и населения; формирование навыков выбора способов защиты от негативного воздействия загрязнителей.

**Биогенные элементы** — необходимые для жизни элементы. Есть вещества, полезные в малых дозах (цинк, марганец, медь, др.), но вредны в больших. Целый ряд элементов не имеет никакой ценности для организма, и они являются ядовитыми в любых количествах. К этой группе относятся свинец, кадмий, ртуть и алюминий. Эти металлы могут серьезно нарушать состояние здоровья человека (табл. 4.1.). Следует знать и избегать поступления в организм экотоксикантов, эффективно защищаться от факторов риска.

Таблица 4.1

#### Экологически опасные факторы

Название токсиканта	Источники экотоксиканта	Потенциальные эффекты	Рекомендации по защите
1	2	3	4
Свинец	Масляные краски, автоаккумуляторы, дым сигарет, удобрения, припой, выхлопные	Анемия, артрит, повышенная возбудимость, параличи, поражение почек и печени, ослабление	Кальций, магний, цинк, витамины группы В, пектиновые соединения, различные

	газы, трубы из свинца, инсектициды, мусор	иммунитета, нарушение репродукции, влияние на синтез гемоглобина и вит. Д	сорта капусты
Ртуть	Амальгама, взрывчатые вещества, пестициды, фото- пленки, мази и лекарства, пласт- массы, химические удобрения, сжига- ние мусора	Аллергии, артрит, ухудшение зрения, катаракта, слепота, поражение почек, неврологические нарушения, инсуль- ты, ослабление им- мунитета, наруше- ние репродукции	Селен, различные сорта капусты, пищевые волок- на, сбалансиро- ванное питание
Кадмий	Дым сигарет, удобрения, про- мышленные вы- бросы и стоки, металлургия, пе- стициды	Гипертония и сер- дечные заболевания, поражение почек, выпадение волос, подавление гумо- рального иммуните- та	Селен, кальций, цинк, витамин С, антиоксиданты, различные сорта капусты
Алюминий	Посуда из алюми- ния, дезодоранты, антиокислители, фольга, питьевая вода, некоторые сорта сыра	Анемия, поражения паразитовидной и щитовидной желе- зы, колит, болезнь Альцгеймера, пора- жение НС, агрес- сивность подрост- ковая, головные боли	

**Задание 4.1.** Изучить содержание таблиц 4.1. В последней графе дополните рекомендации по защите от потенциальных экотоксических эффектов тяжелых металлов.

### **Контрольные вопросы**

1. Перечислите токсичные вещества, обладающие способностью накопления в природной среде и в организме человека.
2. Укажите основные пути миграции токсинов в окружающей среде.

3. Какие источники способствуют накоплению солей тяжелых металлов в организме человека?

### Занятие 5. Влияние антропогенных факторов. Изучение механизмов влияния экотоксикантов

*Цель занятия:* Познакомиться с видами экотоксикантов и источниками их поступления в продукты питания. Изучить влияние пестицидов и нитратов на организм человека

**Экотоксиканты** — вредные химические вещества, загрязняющие окружающую среду и отравляющие находящиеся в ней живые организмы.

Основными источниками их поступления являются:

- предприятия химической, нефтеперерабатывающей, металлургической, деревообрабатывающей, топливной и других промышленных отраслей;
- различные виды транспорта (особенно автомобильный);
- ТЭЦ и другие энергетические установки; АЭС и предприятия, использующие атомную энергию;
- сельскохозяйственное производство (минеральные удобрения, пестициды, лекарства, ГМО); и т. д.

В современном обществе ежедневно используются сотни тысяч химических веществ. Невозможно контролировать всё множество реакций между этими веществами, их индивидуальные и комбинированные токсические эффекты. Внедрение экотехнологий позволит снизить опасное влияние этих веществ на здоровье человека и снизить давление антропогенных факторов на всё живое.

Печально знаменитые *нитриты* и *нитраты натрия* — это добавки E250 и E251. Они применяются повсеместно, не смотря на то, что вызывают разнообразные аллергические и воспалительные реакции, головную боль, печеночные колики, раздражительность и утомляемость.

*Нитраты* появляются в нашем питании в основном за счет овощей и фруктов, которые выращены по интенсивным технологиям на почвах с избыточным внесением азотных удобрений. *Нитриты* добавляют при посоле мяса или рыбы, они сохраня-



ют у продуктов естественный (розовато-красный) цвет мяса и препятствуют возникновению ботулизма.

Сами нитраты относительно малотоксичны, но в живых организмах они превращаются в нитриты, которые, в свою очередь, превращаются в клетках в канцерогены, т.е. способствуют образованию злокачественных опухолей. При попадании большой дозы нитратов в организм может наблюдаться острое отравление.

Смертельная доза нитратов для взрослого человека составляет 8-15 г. Допустимое суточное потребление — 5 мг/кг. Человек относительно легко переносит дозу в 150-200 мг нитратов в день; 500 мг в день — предельно допустимая доза; 600 мг в день — токсичная доза для взрослых, 10 мг в день — токсичная доза для грудных детей.

### **Контрольные вопросы**

1. Как влияют пестициды и нитраты на организм человека?
2. Дать определение понятию экологическая безопасность продуктов питания?
3. Что означает «традиционная» и «покупная» пища, каковы тенденции развития питания?

### **Занятие 6. Пути снижения загрязнения окружающей среды экотоксикантами**

*Цель занятия:* познакомиться с приемами снижения загрязнения окружающей среды экотоксикантами.

Основными направлениями инженерной защиты окружающей природной среды от загрязнения и других видов антропогенных воздействий являются следующие:

- внедрение ресурсосберегающей, безотходной и малоотходной технологий;
- внедрение биотехнологии;
- внедрение утилизации и детоксикации отходов;

- экологизация производства — научно обоснованное взаимодействие с окружающей средой в естественных циклах круговорота веществ.

На современном этапе развития НТП наиболее реальными являются малоотходные технологии, позволяющие получать минимум твердых, жидких и газообразных отходов.

Огромное значение для снижения уровня загрязнения окружающей среды, для экономии сырья и энергии имеет вторичное использование материальных ресурсов, т. е. рециркуляция.

Существуют два типа потребительских обществ: общество одноразового потребления создающее отходы, и природосберегающее общество.

Первый тип — прогрессивнопотребительское общество — характерен для наиболее промышленно развитых стран, который базируется на использовании как можно большего количества энергии и вещества и с большой скоростью превращает высококачественную энергию в низкокачественную, вещества в отбросы, загрязняющие компоненты.

Второй тип — природоресурсосберегающее общество — основой которого является разумное использование энергии и рециркуляция вещества, вторичное использование невозобновимых ресурсов, сокращение потребления и потерь энергии и ресурсов. При этом особенно важно эффективно использовать энергию, не применяя без особой необходимости ее высококачественные виды. И, наконец, в этом обществе будущего на всех уровнях (локальном, региональном, глобальном) — не должен быть превышен *порог экологической устойчивости окружающей среды*. При этом для ограничения потерь ресурсов и предотвращения загрязнения необходимо учитывать информацию о воздействиях на окружающую среду. Например, значительно проще и дешевле предотвратить попадание токсичного загрязнителя в подземный горизонт питьевой воды, чем пытаться очистить уже загрязненную воду.

### **Контрольные вопросы**

1. Назовите направления инженерной защиты окружающей природной среды от загрязнения.

2. Что такое нормирование качества окружающей среды человека?
3. Как различается загрязнение жизненной среды горожан и жителей сельской местности?

### **Занятие 7. Факторы здоровья. Здоровый образ жизни. Общие закономерности адаптивного процесса**

*Цель занятия:* научиться давать характеристику факторам здоровья; сформировать представление о здоровом образе жизни.

По определению Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ): **ЗДОРОВЬЕ** - объективное и субъективное чувство состояние полного физического, психического и социального комфорта.

Основным правом человека, является высокий уровень здоровья ( Устав ВОЗ). Каждый человек имеет право на информацию о тех факторах, которые определяют здоровье или являются факторами риска, т.е. их воздействие может привести к развитию болезни.

*Факторы здоровья* — благоприятные условия жизни человека — соответствие экологическим и санитарно-гигиеническим требованиям качества окружающей среды.

Факторы здоровья:

- образ жизни и социально-экономические условия (50-55%);
- генетика, биология человека (20%);
- качество внешней среды, природные условия (20%);
- здравоохранение (10-15%)

Образ жизни включает три категории: уровень жизни, стиль жизни, качество жизни. *Уровень жизни* — это степень удовлетворения материальных, культурных и духовных потребностей (в основном это социально-экономическая категория). *Образ жизни* — типичные для конкретно-исторических социально-экономических отношений способ и формы индивидуальной и коллективной жизнедеятельности человека, характеризующие особенности его поведения, общения, склада мышления. *Качество жизни* — комплексная характеристика экономических, экологических, политических, социальных и идеологических

факторов, определяющих условия и положение человека в обществе. Здоровый образ жизни (ЗОЖ) — это способ жизнедеятельности, соответствующий генетически обусловленным типологическим особенностям человека и конкретным условиям жизни, направленный на формирование, сохранение и укрепление здоровья и на полноценное выполнение человеком его социально-биологических функций.

#### **Структура здорового образа жизни:**

- рациональная организация трудовой /учебной деятельности;
- правильный режим труда и отдыха;
- рациональная организация свободного времени;
- оптимальный двигательный режим;
- рациональное питание;
- соблюдение правил личной гигиены, закаливание;
- соблюдение норм и правил психогигиены;
- сексуальная культура, рациональное планирование семьи;
- профилактика аутоагрессии;
- контроль за своим здоровьем.

Реакции адаптации делят на *быстрые* (физиологические, психические) и *медленные* (морфологические); *врожденные* (сформировавшиеся в процессе эволюции вида *Homo sapiens*) и *приобретенные* (индивидуальные для каждого организма).

#### **Контрольные вопросы**

1. Назовите виды реакций адаптации организма человека. Приведите примеры. Охарактеризуйте общие закономерности адаптивного процесса.
2. Назовите факторы здоровья и дайте характеристику им.
3. Предложите приемы пропаганды ЗОЖ для различных социальных и возрастных групп населения.

#### **Занятие 8. Факторы риска.**

##### **Курение – как экологический фактор**

*Цель занятия:* освоить приемы минимизации риска здоровью от вредных привычек, на примере вреда курения и «пассивного» курения.

**Факторы риска** — вызывают ухудшение здоровья, инвалидность, заболевания или смерть. Наиболее значимыми факторами риска здоровью называют — курение, несбалансированное неправильное питание; употребление алкоголя, наркотиков; злоупотребление лекарствами; вредные условия труда, стрессовые ситуации; гиподинамия; плохие материально-бытовые условия; непрочность семей; одиночество; низкие образовательный и культурный уровни; чрезмерная урбанизация. Некоторые люди совершают действия и поступки, которые оказывают негативное влияние как на самого индивидуума, так и зачастую на близких ему лиц. К числу таких действий относятся: алкоголизм, наркомания, токсикомания, хулиганство, различные виды преступлений.

Особенностью фактора риска - курения является то, что проявляется вред курения не сразу. Курение приводит к развитию трех основных заболеваний с летальным исходом: рак легкого; хронический бронхит и эмфизема; коронарная болезнь. Обычно если человек курит с 18 лет, то курение как фактор риска проявляется в среднем к 40 годам, но устойчивость к нагрузкам снижается уже к 30 годам. Курение сокращает генетически predetermined длительность жизни на 10-15 лет.

В целях снижения вредного воздействия табачного дыма запрещается курение на рабочем месте, в общественном транспорте, в образовательных, здравоохранительных и культурных организациях, помещениях органов власти и т.д. Курение разрешено в специально отведенных местах. В табачном дыме обнаружено более чем 4 000 химических соединений, некоторые из которых представлены в таблице 8.1.

Таблица 8.1

Основные компоненты табачного дыма

Химические соединения	Содержание мкг/сигарета	Химические соединения	Содержание мкг/сигарета
1	2	1	2
ГАЗОВАЯ ФАЗА			
Оксид углерода	13400	Нитрозодиметиламин	0,08
Диоксид углерода	50000	Нитрозометилэтиламин	0,03

Аммоний	80	Гидразин	0,03
Цианистый водород	240	Нитрометан	0,5
Изопрен	582	Нитробензол	1,1
Альдегид	770	Ацетон	578
Акролеин	84	Бензин	67
Формальдегид	70	Винилхлорид	0,01
ТВЕРДАЯ ФАЗА			
Никотин	1800	Индол	14,0
Фенол	86,4	Бензо(а)антрацен	0,044
О-крезол	20,4	Бензо(а)пирен	0,025
2-нафтиламин	0,023	Флюорен	0,04
Нитрозонорникотин	0,14	Хризен	0,04
Карбазол	1,0	ДДТ	0,77
Цинк	0,36	Сурьма	0,052
Свинец	0,24	Железо	0,042
Алюминий	0,22	Мышьяк	0,012

**Задание 8.1.** Используя знания по биологии человека, биохимии и физиологии, объясните, почему табакокурение вызывает рак легких, опухоли мочевого пузыря, полости рта, гортани, глотки, пищевода, поджелудочной железы, почек и других органов; болезни сердечнососудистой системы; преждевременные роды и перинатальную смертность.

### Контрольные вопросы

1. Как изменяется отношение в обществе к факторам риска в настоящее время?
2. Назовите «новейшие» вредные привычки и предложите приемы минимизации их вредности.
3. Предложите эффективные способы антинаркотической пропаганды, в том числе и табакокурения.

**Занятие 9.** Влияние факторов внешней среды на реализацию генотипа. Выявление и реализация наследственности

*Цель занятия:* сформировать представление о влиянии факторов внешней среды на реализацию генотипа человека.

На рост и развитие организма оказывают влияние масса факторов различной природы. Среди этих факторов выделяют эндогенные (или наследственные) и экзогенные (или средовые). К средовым факторам относят социально-экономические, психологические, климатические, экологические. Среди них особое внимание уделяют экологическим и социально-экономическим.

Человек настолько социальное существо, что особенности его биологического развития часто определяются социально-экономическими факторами, нередко и опосредованно. Одна из важнейших причин морфофункциональных различий — это питание, поскольку недоедание приводит к задержке роста. Однако дети обладают большим запасом восстановительных сил. Если голодание было непродолжительным, то при улучшении условий начинается бурный восстановительный рост. Вероятно, задержка в росте связана и с высокой частотой заболеваний в семьях с худшими социально-гигиеническими навыками, менее обеспеченных. Исследования показывают, что девочки лучше мальчиков «защищены» от воздействия многих неблагоприятных факторов. Неблагоприятные психологические воздействия могут вызвать некоторую задержку роста. У детей под влиянием эмоционального стресса происходит задержка секреции гормона роста, сказывающаяся на их развитии. Исследования процессов роста у детей и подростков в различных географических зонах показали, что климатические факторы почти не оказывают влияния на рост и развитие, если условия обитания не являются экстремальными. Речь идет о процессах роста и развития организма в тропических зонах и в условиях высокогорья. Интерес представляет изучение процессов роста в условиях высокогорья с целым комплексом экологических трудностей, в особенности с гипоксией. Здесь исследователи отмечают замедление процессов роста и развития.

Наряду с генами, ответственными за особенности телосложения, видовую и расовую принадлежность человека, существуют гены, общие у членов одной семьи и определяющие семейное сходство. При изучении последних, раскрывающих механизмы наследования признаков, используется *корреляционный анализ*, т.е. анализ, определяющий взаимосвязь между признаками. Так, интенсивность корреляции в размерах тела родителей

и их детей изменяется с возрастом последних. В младенчестве сходство сына с матерью более велико, чем дочери с матерью. Наоборот, к 6-7 годам дочь становится в большей степени похожей на мать, чем сын. Если большую близость родителей и их 6-7-летних детей того же пола можно объяснить действием половых гормонов, то большее сходство матери с новорожденным сыном имеет, по-видимому, генетические причины. Доля влияния генетических и средовых факторов на конкретные проявления роста и развития организма непостоянна и варьируется от признака к признаку. Установить меру наследственной обусловленности различных особенностей растущего организма помогает так называемый *близнецовый метод*.

**Задание 9.1.** Проведите сбор генетического материала для составления генеалогической таблицы семьи. Соберите сведения, касающиеся особенностей проявления у членов семьи признаков (цвет глаз, волос, кожи, рост, близнецовость, т.д.) или патологических признаков (сахарный диабет, близорукость, гипертоническая болезнь, язвенные болезни желудка, т.д.). Соберите сведения в трех поколениях семьи, куда входит пробанд, его братья, родители и т.д. Анализируя особенности проявления признака попытайтесь оценить характер его наследования (доминантный или рецессивный тип, моногибридный или полигенный, аутосомная или сцепленная наследственность и т.д.)

### **Контрольные вопросы**

1. Какие методы позволяют изучать роль факторов среды в реализации генотипа?
2. Как можно снизить или предотвратить негативное влияние факторов окружающей среды на реализацию генотипа в ходе онтогенеза?

## **Занятие 10. Показатели состояния здоровья. Определение гармоничного физического развития**

*Цель занятия:* ознакомиться с показателями состояния здоровья. Научиться определять показатели физического развития.



Уровень здоровья людей формируется в результате взаимодействия экзогенных (природных и социальных) и эндогенных элементов (пол, возраст, телосложение, наследственность, раса, тип нервной системы и др.). Показатели состояния здоровья — совокупность усредненных демографических, медико-статистических, антропометрических, генетических, физиологических, иммунологических, нервно-психических признаков отдельных людей, составляющих общность. Совокупность признаков позволяет судить о жизнеспособности общности и ее работоспособности, физическом развитии, заболеваемости, средней продолжительности жизни членов общности, способности их к воспроизводству здорового потомства.

Антропометрические стандарты — это средние величины показателей физического развития, полученные путем статистической обработки большого числа измерений у лиц одного пола, возраста, профессии, проживающих в одной местности. Правильно оценить тот или иной показатель можно только путем сравнения его численного значения со средней величиной ( $M \pm s$ ). Оценка физического развития по методу стандартов производится с помощью таблиц, в которых представлены антропометрические стандарты различных возрастно-половых групп населения. Эти данные можно получить в региональных медицинских учреждениях или из специальной литературы.

*Метод индексов.* 1. **Весо-ростовой индекс  $BMI$**  (индекс Кетле) определяется по формуле:

$$BMI = \text{Масса тела} / \text{рост}^2$$

где масса в граммах и рост в сантиметрах.

Оценку  $BMI$  проводят с учетом рекомендации ВОЗ: желательный диапазон : 18,5 -25; избыточная масса тела 25,1 - 30; ожирение — > 30,1.

2. **Росто-весовой показатель РВП** (в кг) равен длине тела в см минус 100.

$$РВП = \text{рост} - 100.$$

Этот наиболее простой и общедоступный показатель наиболее применим для оценки физического развития взрослых людей низкого роста (155-164 см). При росте 165-174 см

нужно вычитать не 100, а 105, при росте 175-185 см вычитается 110.

**3. Индекс пропорциональности развития грудной клетки (индекс Эрисмана)** равен разности: окружности грудной клетки в покое (см) — рост (см), деленной на 2. Он составляет 5,8 см для мужчин и 3,3 см для женщин. Если индекс равен или превышает названные цифры, это указывает на хорошее развитие грудной клетки; если он ниже указанных величин или имеет отрицательное значение, это свидетельствует об узкогрудии.

**4. Индекс крепости телосложения (индекс Пинье)** выражает разность между ростом стоя и суммой массы тела и окружности грудной клетки на выдохе:

$$X = P - (M + O),$$

где X — индекс; P — рост стоя в см; M — масса тела в кг;

O — окружность грудной клетки в фазе выдоха в см.

Чем меньше разность, тем выше показатель физического развития, крепости телосложения (при отсутствии избыточных жировых отложений). Индекс меньше 10 — телосложение крепкое, от 10 до 20 — хорошее, от 21 до 25 — среднее, от 26 до 35 — слабое, более 36 — очень слабое.

### **Контрольные вопросы**

1. Какая разница между индивидуальным и общественным здоровьем?
2. Назовите показатели состояния здоровья.
3. На основании каких показателей оценивается качество здоровья?

## **Занятие 11. Город как особая форма экосистемы.**

### **«Болезни города»**

*Цель занятия:* сформировать представление об особенностях городской среды как антропоэкосистеме.

Во всем мире сложились две субкультуры — городская индустриальная и сельская аграрная. Различия этих субкультур — неодинаковые нормы поведения, иные моральные ценности,

различный образ жизни и отношение к природе. Урбанизация — исторический процесс повышения роли городов в развитии общества; увеличение городского населения.

Смысл урбанизации:

- *социально-демографический* — увеличение доли городского населения, рост значения городов в жизни общества,
- *экологический* — центры притяжения человеческих и материальных ресурсов, концентрация большого числа факторов, на территориях с высокой плотностью населения;
- *медицинский* — хорошо развитая система здравоохранения, но появляются заболевания, связанные с городским образом жизни (так называемые «болезни цивилизации»);
- *культурный* — потребление населением культурных ценностей при одновременной перегрузке «информационным мусором»;
- *технический* — рост использования технических средств, облегчающих условия труда и жизни человека (развитие транспорта, электрификация, бытовая комфортность и т.д.)
- *социально-психологический* — изменение образа жизни людей и их социально-психологического статуса.

Города создают благоприятную среду для жизни горожан: рабочие места, высокий уровень социально-бытового, медицинского, культурного, торгового обслуживания, возможность обучения в вузах и других специальных учебных заведениях. В тоже время в городах для населения создается множество *сложных проблем* (рис.1). Проблемы современного города - обеспечение всё возрастающих потребностей в ресурсах жизнеобеспечения, а с другой стороны — рост болезней города и цивилизации на фоне загрязнения и деградации городской среды.

**Проблемы современных городов и болезни цивилизации.** Загрязнение городской среды снижает работоспособность (синдром хронической усталости), оказывает негативное влияние на воспроизводство, растет доля генетических дефектов (рост онкологических заболеваний), увеличивается доля системных хронических заболеваний (ишемическая болезнь сердца, астма, аллергия и иммунные патологии). Жизнь людей в городах сопровождается значительными нервно-психическими перегрузками. Чем крупнее город, тем больше причин для эмо-

ционального стресса, неврозов, психических расстройств, наркомании, токсикомании.

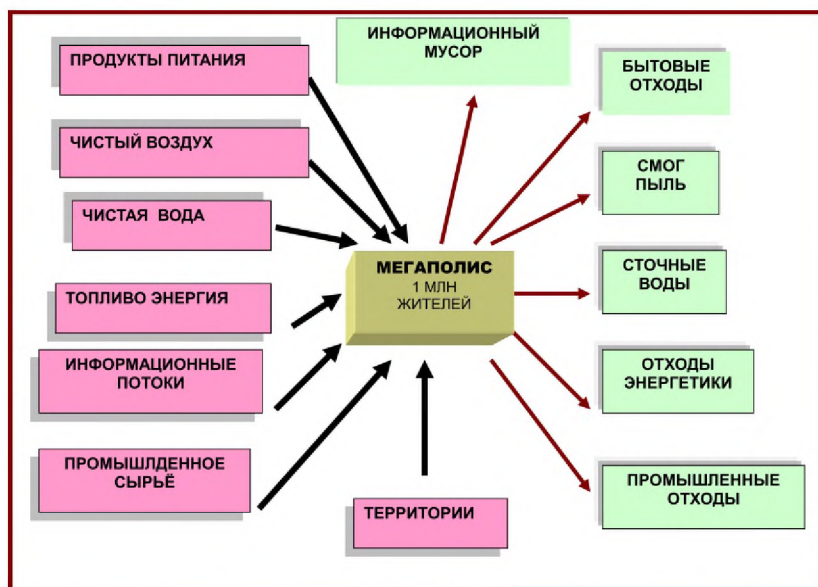


Рис.1. Схема антропосистемы «Город- окружающая среда»

*Болезнями цивилизации* называют неинфекционные патологии связанные с образом жизни человека в комфортных условия модернизации и технического прогресса. К факторам риска здоровья порожденных модернизацией можно отнести гиподинамию (малоподвижный образ жизни), несбалансированное неправильное питание («магазинная» пища, фастфут, ГМИ, пищевые добавки, т.д.), хроническую усталость, стрессовые расстройства, эмоциональное напряжение от информационного мусора, чрезмерной урбанизации и загрязнения среды. У горожан развивается аномальный образ жизни, формируется виртуальный компьютерный мир.

### Контрольные вопросы

1. Назовите функции городов и их роль в жизни страны. В чем выражаются особенности жизни горожан?

## 2. Почему и как изменяется в различные периоды проблемы безопасности городской среды.?

### **Занятие 12. Природно-климатические причины формирования традиционных диет коренных народов**

*Цель занятия:* ознакомиться с понятиями традиционные диеты коренных народов и факторами, определяющими национальные пищевые традиции.

Традиции питания обусловлены длительной адаптацией популяции к конкретным климато-географическим и экологическим условиям среды обитания. Они опираются на доступные ресурсы и соответствуют типу физиологической активности, необходимому для восполнения энерготрат.

**Рациональное питание** — основано на научно обоснованном расчете потребностей организма на рост, развитие и обеспечение работоспособности, здоровья, оптимальной продолжительности жизни. **Физиологические нормы** — нормы питания, полностью покрывающие энергозатраты организма и обеспечивающие всем необходимыми веществами в оптимальных соотношениях.

Потребности человека в энергии, которую он получает из пищи, зависят от индивидуальных особенностей организма (пола, возраста, веса, роста, обменных процессов), от характера трудовой деятельности, условий быта, отдыха и окружающей среды (прежде всего от климата). Сбалансированное питание (Б:Ж:У=15:30:55%) восполняет энергетические затраты организма, обеспечивает его нормальную жизнедеятельность, хорошее самочувствие, высокую работоспособность, сопротивляемость инфекциям, рост и развитие.

Хотя национальная кухня, традиции питания традиционная пищевая культура утрачивает ведущее значение в повседневном питании, она еще сохраняется в обществе как один из символов национальной самобытности. Традиционные» типы питания замещаются усредненным рационом, основанным на продуктах,

которые антропологи и этнографы обозначают как «магазинную», или «покупную» пищу (market food). В современном обществе преобладает углеводный характер питания (и как следствие — широкое распространение избыточной массы тела и ожирения), что чаще встречается у представителей менее обеспеченных слоев населения. Это объясняется, прежде всего, относительной дешевизной углеводной пищи. В России на хлеб и картофель приходится до 45-50% калорийности рациона, а на мясо и рыбу 8%, а в США — соответственно 22% и 20%. Российский житель потребляет от необходимого количества всего 30% фруктов и 50% овощей.

### **Контрольные вопросы**

1. Как объяснить, что основные варианты вегетарианских диет сложились у жителей тропического пояса?
2. Назовите основные природно-экологические факторы, определяющие особенности диет коренных жителей в высокоширотных и континентальных условиях.

## **Занятие 13. Определение обеспеченности организма человека витаминами и микроэлементами**

*Цель занятия:* научиться методом экспресс-тестирования оценивать обеспеченность организма микроэлементами и витаминами.

По оценке Института питания РАМН, в нашей пище не хватает многих элементов и витаминов, что вызвано особенностями переработки продуктов, длительностью их хранения, снижением потребления свежих овощей и фруктов.

**Рациональное питание** — это питание здорового человека, направленное на профилактику алиментарных (сердечнососудистых, желудочно-кишечных, аллергических) заболеваний.

При рациональном питании в организме удовлетворяются энергетические, пластические и другие потребности, обеспечивающее при этом необходимый уровень обмена веществ. Ос-

новными показателями рационального питания являются сбалансированность и правильный режим питания.

**При сбалансированном питании** организм обеспечен оптимальным соотношением пищевых и биологически активных веществ: белков, жиров, углеводов, витаминов и минеральных элементов в зависимости от возраста, пола, характера трудовой деятельности и общего жизненного уклада.

**Диетическое питание** — питание больного человека, направленное на лечение острых заболеваний и профилактику рецидивов болезни или перехода их в хронические формы.

**Лечебно-профилактическое питание** направлено на профилактику профессиональных заболеваний и уменьшение действия вредных производственных факторов и неблагоприятного воздействия факторов окружающей среды на население, проживающее в экологически неблагополучных районах.

**Задание 13.1.** При помощи тестов определить, достаточно ли ваш организм обеспечен витаминами:

Тест на обеспеченность витаминами А и бета-каротином

Вопрос	Да	Нет
Вы редко едите темно-зеленые овощи, такие, как листовой салат, зеленая капуста или шпинат?		
Редко ли попадают в ваше меню сладкий перец, морковь и помидоры?		
Страдаете ли вы «куриной слепотой»?		
Часто ли вы ночью водите машину?		
Много ли вы работаете с экраном компьютера?		
Ваша кожа сухая и шелушащаяся?		
Страдаете ли вы повышенной восприимчивостью к инфекции?		
Вы курите?		

Если на большинство вопросов вы ответили «нет», то ваш организм в достаточной степени обеспечен витамином А и бета-каротином.

Тест на обеспеченность витаминами D

Вопрос	Да	Нет
Вы едите мало рыбы, мяса и яиц?		
Избегаете ли вы солнца?		

Страдаете ли вы остеопорозом?		
Избегаете ли вы масла или маргарина?		

Если на большинство вопросов вы ответили «нет», то ваш организм в достаточной степени обеспечен витамином D.

**Задание 13.2.** При помощи тестов определить, достаточно ли ваш организм обеспечен микроэлементами:

#### Тест на обеспеченность железом

Вопрос	Да	Нет
Часто ли вы чувствуете усталость и подавленность?		
Произошли ли у вас в последнее время изменения волос и ногтей (нетипичная бледность, шероховатость кожи, ломкие волосы, вмятины на ногтях)		
Теряете ли вы в последнее время много крови, например, в авариях или через донорство?		
Вы мало употребляете мясо?		
Выпиваете ли вы более трех чашек черного чая или кофе в день?		
Вы едите мало свежих фруктов и овощей?		
Занимаетесь ли вы профессиональным спортом?		

Если на большинство вопросов вы ответили «нет», то ваш организм в достаточной степени обеспечен железом.

#### Тест на обеспеченность кальцием

Вопрос	Да	Нет
Страдаете ли вы остеопорозом?		
Бывает ли у вас аллергия, например, на солнце?		
Принимаете ли вы регулярно препараты с кортизолом?		
Часто ли у вас бывают судороги?		
Выпиваете ли вы ежедневно меньше 1 стакана молока?		
Пьете ли вы ежедневно газированные напитки типа «кола»?		
Употребляете ли вы мало зеленых овощей?		
Вы едите много колбасы и мясных полуфабрикатов?		

Если на большинство вопросов вы ответили «нет», то ваш организм в достаточной степени обеспечен кальцием.



Проанализируйте результаты тестовых заданий и сделайте вывод о степени обеспеченности вашего организма витаминами и микроэлементами.

### **Контрольные вопросы**

1. Почему современный человек сталкивается с авитаминозом? Как влияет на здоровье человека дефицит витаминов?
2. Течение каких болезней определяет недостаток ряда микроэлементов?
3. Для каких болезней характерны заболевания, обусловленные недостатком йода, магния, кальция, молибдена?

### **Занятие 14. Оценка социально-экологических условий проживания человека**

*Цель занятия:* познакомиться с показателями уровня жизни населения; овладеть приемами социологического опроса.

К показателям уровня жизни населения относятся такие понятия, как *продовольственная и потребительская корзины, прожиточный минимум, бюджет прожиточного минимума*.

**Продовольственная корзина** – это набор продуктов питания одного человека в месяц, рассчитанный на основе минимальных норм потребления продуктов, которые соответствуют физическим потребностям человека, калорийности, содержанию основных пищевых веществ и обеспечивают соблюдение традиционных навыков организации питания.

**Потребительская корзина** – минимальные наборы продуктов питания, непродовольственных товаров и услуг для основных социально-демографических групп населения.

**Задание 14.1.** Проведите социологический опрос (членов семьи, группы сверстников по месту жительства или однокурсников) по следующей анкете:

#### **АНКЕТА**

Друг, помоги выполнить задание к практическому занятию по курсу «ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА». Студенты специальности БИОЭКОЛОГИЯ проводят социологический опрос с целью выяснения уровня

социально-экологических условий проживания населения нашей местности. Просим ответить на предложенные вопросы, оценив ряд параметров вашего жилища.

1. Предоставьте, пожалуйста, сведения о количестве проживающих, их возрасте, пол, уровень образования \_\_\_\_\_
2. Жилая площадь на одного человека \_\_\_\_\_
3. Доход на душу населения.\* Определяется исходя из *минимального размера заработной платы – МРЗП* и вычисляется по формуле:

**Доход на 1 человека =**

**Суммарный доход семьи / кол-во членов семьи x МРЗП**

*Примечания:* \* В предоставлении сведений о доходах граждан вам, скорее всего, откажут. Вы можете рассчитать доход своей семьи, если располагаете полной информацией о зарплате каждого из членов семьи.

Таблица 14.2

Половозрастной состав и социально-образовательный состав  
семьи респондентов

Показатели	Кол-во респондентов	Результаты, %
<i>Состав семьи</i>		
Мужчины		
0-20 лет		
21-41 лет		
41-60 лет		
Старше 61		
Женщины		
0-20 лет		
21-41 лет		
41-60 лет		
Старше 61		
<i>Уровень образования</i>		
Учащиеся средней школы		
Начальное профессиональное (НПО)		
Среднее профессиональное (колледж, техникум)		
Высшее профессиональное (ВУЗ)		

<i>Социальный состав</i> Дети до 7 лет Учащиеся Рабочие Служащие Фермеры Предприниматели Пенсионеры Безработные		
---	--	--

На основе анализа полученных результатов сделайте обобщенный вывод о социально-экологических условиях жизни выбранной группы людей (семьи, сверстников, группы респондентов по месту жительства).

### **Контрольные вопросы**

1. Как определяется качество жизни? Что такое образ жизни?
2. Какие сферы жизни рассматриваются при оценке качества жизни?
3. Какие внешние факторы влияют на семью?

## **Занятие 15. Физические факторы микроклимата жилища**

*Цель занятия:* Ознакомиться с понятиями микроклимат и качество жилища. Рассмотреть физические факторы окружающей среды и изучить их влияние на человека.

Растущее использование электрических и электронных устройств неуклонно увеличивает воздействие электромагнитного излучения на человека и возможность развития других негативных эффектов. Рациональное использование электроприборов и энергосберегающего оборудования одной семьей в течение одного года позволит снизить выброс углекислого газа в атмосферу. Вследствие сквозняков из помещений уходит до  $\frac{1}{3}$  тепла. Современные счетчики позволяют вести подсчет электроэнергии, используя несколько видов тарифов. Стоимость электроэнергии в ночное время почти в три раза ниже, чем днем. В большинстве домов по-прежнему введен один тариф (дневной). Цены устанавливает региональная энергетическая комиссия.

**Задание 1.** Выявить потребности семьи в электрической энергии, определить причины потери, оценить экономический и экологический ущерб от нерациональных потерь, определить пути сокращения потребления электроэнергии. Для ориентировочной оценки потребления электроэнергии в квартире (в доме) записать все электроприборы, которые находятся в вашем доме.

Какие электроприборы используются постоянно? Какие электроприборы используются периодически? Какие электроприборы используются крайне редко? От каких приборов вы могли бы отказаться? По нескольким последним квитанциям оплаты за электричество рассчитайте, какое количество электроэнергии вы использовали в среднем за месяц и за один день, какую сумму вы тратили на электроэнергию в среднем в месяц и за один день. Обсудите на семейном совете, как можно сократить потребление электроэнергии в доме (квартире). Сравните результаты энергопотребления, полученные Вами в разные сезоны: осень, зима, лето, весна. Сформулируйте конкретные предложения уменьшения электроэнергии по сезонам.

### **Контрольные вопросы**

1. Спрогнозируйте, какие экологические последствия будет иметь культура энергосбережения и как повлияет это на здоровье населения.

2. Рассчитать какое количество природных ресурсов вы сэкономили, если известно, что для производства 1 кВт/ч энергии требуется: сжечь 0,2 кг угля; или сжечь 0,27 м<sup>3</sup> природного газа; или переработать 0,045 г урана; или на ГЭС использовать 432 м<sup>3</sup> воды.

## **Занятие 16. Химические факторы микроклимата жилища**

*Цель занятия:* Ознакомиться с химическими факторами жилища. Изучить культуру водопотребления населения, выявить причины потери воды и сформулировать предложения по экономии воды.

Одним из самых дефицитных ресурсов биосферы в XXI веке становится пресная вода. Запасы воды на Земле огромные, но возможность их использовать ограничена.

По мнению экспертов Всемирной Организации Здравоохранения, неблагоприятные экологические факторы в 18-20% случаев являются причиной преждевременной смерти; из них 7% приходится на проблемы с водоснабжением и канализацией и лишь 5% случаев обусловлены загрязнением атмосферы. *Чистая пресная вода была и остается лимитирующим фактором развития* человечества в целом и для отдельных регионов России в частности.

- Верблюду хватает 20 л воды на три недели.
- Один американец тратит 635 л воды в день, в тех же условиях индийцу хватает 60 л.
- По нормам, на каждого жителя Санкт-Петербурга приходится 220 л холодной воды в сутки, фактический расход составляет не менее 300 л на человека.
- Принимая душ в течение 5 мин, вы расходуете около 100 л воды.
- Разовый смыв в туалете требует 8-10 л воды.
- Во время влажной уборки расходуется не менее 10 л.
- Каждая стирка белья в стиральной машине требует свыше 100 л воды.
- Через обычный водопроводный кран при не очень сильной струе проходит 15 л воды за мин. Даже самая малая утечка уносит до 80 л воды в сутки.
- Через незакрытый кран выливается около 1000 л воды за час.

**Задание 16.1.** Изучить потребление воды в квартире (доме), выявить причины потери воды и сформулировать предложения по экономии воды. Объем расходуемой воды при каждом ее потреблении можно определить двумя основными способами:

1) замерив, какой объем проходит через кран за единицу времени. Для этого надо открыть кран так, как обычно вы его открываете для данной процедуры, и измерить, какой объем воды пройдет через него за 1 мин (или за какое время наполнится, например, литровая банка);

2) использовать оригинальный прибор «струемер» — при диаметре струи из крана 20 мм — вытекает 20 л в минуту (л/мин), 15 мм — 15 л/мин, 5 мм — 0,5 л/мин. Ориентировочно оцените количество используемой воды на одного человека в день (табл. 16.1).

**Задание 16.2.** Выяснить, сколько стоит 1 л воды в вашем доме. Эту цену устанавливают органы законодательной власти региона для разного типа потребителей воды. Можно рассчитать тариф на водопотребление, исходя из присылаемых квитанций на оплату жилищно-коммунальных услуг. Обсудите в своей семье, какие рекомендации по экономии воды в вашем доме вы можете дать каждому члену семьи.

Таблица 16.1

Учет водопотребления в семье

Назначение использования воды	Ориентировочный объем у членов семьи в литрах				Возможные приемы снижения водопотребления
	Я	мама	папа	Др. члены семьи;	
<i>Приготовление пищи</i>					
<i>Санитарно-гигиенические мероприятия</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Мытье рук, лица</li> <li>▪ Чистка зубов</li> <li>▪ Принятие ванны</li> <li>▪ Пользование туалетом</li> </ul>					
<i>Хозяйственные нужды</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Мытье посуды</li> <li>▪ Уборка квартиры</li> <li>▪ Стирка</li> </ul>					
Итого:					

*Примечание:* для достоверности данных учет водопотребления следует проводить в течение недели, т.к. отдельные траты могут производиться не каждый день.

**Задание 16.3.** Проведите измерения водопотребления через некоторое время, когда в семье установится сберегающий стиль отношения к воде.

### **Контрольные вопросы**

1. Дайте определение понятию «жилищный комфорт».
2. Перечислите физические и химические факторы микроклимата жилища. Что такое качество жилой среды?

## **Занятие 17. Оценка материально-жилищного уровня жизни семьи**

*Цели занятия:* научиться оценивать материально-жилищный уровень семьи используя методики комплексного социально-гигиенического анализа.

В доме человек проводит значительную часть жизни, поэтому для сохранения здоровья, восстановления работоспособности после трудового дня, воспитания детей, семейного досуга, поддержания хорошего настроения и психическое здоровье, огромное значение имеет санитарное состояние жилища и его благоустроенность. Жилище — сложная система природной и искусственно среды, где сочетаются физические, химические и биологические факторы. «*Жилищный комфорт*» - благоприятные жилищные условия сочетающие: рациональное архитектурно-планировочное решение жилища, оптимальные условия расселения семьи в квартире, ее интерьер и наилучшую организацию быта, связь жилища с окружающей городской средой и зонами отдыха.

**Задание 17.1.** Ознакомиться с методикой комплексной социально-гигиенической оценки материально-жилищных условий жизни семьи, разработанной в НИИ социальной гигиены и организации здравоохранения им. Н.А. Семашко (табл. 17.1).

Таблица 17.1

## Оценка материально-жилищных условий жизни семьи

№	Групповой показатель жилищных условий	Характеристика жилищных условий	Оценка в баллах
1	Тип квартиры и характер заселения	<i>Семья проживает :</i> а) на частной квартире б) в общежитии в) в коммунальной квартире с общим санузелом г) в квартире (доме) совместно с родителями д) собственное жилье е) ведомственная квартира	1 2 3 6 8 10
Максимально возможное число баллов ( $M_1$ )			10
Групповой коэффициент весовой $K_1$			2
2	Степень благоустройства	Наличие в квартире: а) центральное отопление б) горячее водоснабжение в) газ г) канализация д) водопровод	Да - 3 Нет - 0 Да - 1,5 Нет - 0 Да - 2,5 Нет - 0 Да - 2,5 Нет - 0 Да - 3 Нет - 0
Максимально возможное число баллов ( $M_2$ )			12,5
Групповой коэффициент весовой $K_2$			1
3	Плотность заселения квартиры	Площадь на человека ( $m^2$ ): до 3 от 3,1 до 4 от 4,1 до 5 от 5,1 до 6 от 6,1 до 7 от 7,1 до 8 от 8,1 до 9 от 9,1 и более	0 1 3 5 6 7 7,5 8
Максимально возможное число баллов ( $M_3$ )			8
Групповой коэффициент весовой $K_3$			2



**Задание 17.2.** Определите, какие показатели характеризуют ваше жилище. Рассчитайте комплексный показатель материально-жилищного уровня вашей семьи. Методика оценивания предполагает расчет общего показателя жилищных условий по формуле:

$$Ж = K_1 \cdot \Phi_1/M_1 + K_2 \cdot \Phi_2/M_2 + K_3 \cdot \Phi_3/M_3$$

где Ж — общий показатель в баллах;

$\Phi_1, \Phi_2, \Phi_3$  — фактическое число баллов по группе признаков;

$M_1, M_2, M_3$  — максимальное число баллов для данного показателя;

$K_1, K_2, K_3$  — групповой весовой коэффициент.

По таблице 17.2 выясните материально-жилищный уровень вашей семьи.

Таблица 17.2

Показатели материально-жилищного благополучия

Группа	Материально-жилищный уровень	Оценка в баллах
1	Наименее благоприятный	1,1-4
2	Удовлетворительный	4,1-6
3	Хороший	6,1-8
4	Наиболее благоприятный	8,1-10

Какие ещё показатели комплексной оценки жилищных условий нужно ввести, по вашему мнению. Как представлены дополненные вами условия в вашей семье (выберите трех- или четырехуровневую шкалу для оценивания).

### Контрольные вопросы

1. Назовите исторические изменения происходящие в семьях россиян.
2. Какова роль семьи в общества? Назовите потребности человека и какие из них удовлетворяет человек в семье.

## Занятие 18. Экологические нормативы. Санитарно-гигиеническое нормирование

*Цель занятия:* Ознакомиться с нормированием качества окружающей среды (ОС) человека.

**Нормирование в области охраны ОС** — деятельность по установлению: нормативов (показателей) качества ОС; нормативов допустимого воздействия на ОС при осуществлении хозяйственной и иной деятельности; иных нормативов в области охраны ОС; государственных стандартов и иных нормативных документов в области охраны ОС.

Цель нормирования — государственное регулирование воздействия хозяйственной и иной деятельности на ОС, гарантирующего сохранение благоприятной ОС при соблюдении социальных и экономических интересов общества.

**Роль нормативов** оценки качества среды в установлении лимитов (ограничений) на источники вредного воздействия.

Нормативными документами, регламентирующими качество окружающей среды являются: *государственные стандарты* (ГОСТы — государственные стандарты, ОСТы — отраслевые стандарты), *нормы* (НРБ — нормы радиационной безопасности; СН — санитарные нормы; СНиП — строительные нормы и правила) *правила* (СП — санитарные правила; Сан-ПиН — санитарные нормы и правила; ПБТРВ — правила транспортировки радиоактивных веществ), *перечни и классификаторы, руководства, методики, методические указания (МУ)* и другие рекомендации, справочные и иные пособия.

### **Санитарно-гигиеническое нормирование**

Основная задача санитарно-гигиенического нормирования — обеспечение безопасности жизнедеятельности человека и сохранению его генетического фонда

В рамках гигиенического направления выделяют:

1) нормирование концентраций, уровней и доз вредных воздействий на человека, показателями которых выступают ПДК\* вредных веществ, ПДУ и ПДД физических воздействий.

\*В практике экологического и санитарно-гигиенического нормирования используют показатели (предельно допустимые концентрации — ПДК, предельно допустимые дозы — ПДД, предельно допустимые уровни — ПДУ и др.).

2) нормирование показателей качества компонентов окружающей среды посредством различного рода индексов, коэффициентов и т. д.;

3) нормирование риска аварий, опасных природных процессов, заболеваний и других неблагоприятных явлений в жизни общества.

При анализе негативного влияния хозяйственной деятельности на окружающую среду и человека рассматривается три основных вида вредных воздействий: *химическое, физическое и биологическое*. К основным нормированным показателям количества вредных веществ, допустимых при обеспечении безопасности человека, относятся: **ПДК** (предельно допустимые концентрации), **ОБУВ** (ориентировочный безопасный уровень воздействия) и **ОДК** (ориентировочное допустимое количество).

### **Контрольные вопросы**

1. Какие виды нормирования качества окружающей среды вам известны? В чем отличие между экологическими и санитарно-гигиеническими нормативами?
2. Перечислите санитарно-гигиенические нормативы регламентирующие качество жилой среды.

## Рекомендуемая литература

1. Прохоров, Б.Б. Экология человека: учебник для студ. Вузов / Б.Б. Прохоров. — М.: Академия, 2011. — 368 с.
2. Рыкованов, В.А. Экология человека и безопасность: Учебное пособие [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. Дан. — СПб. : СПбГЛТУ (Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет), 2008. — 52 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=45431](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=45431)
3. Гора, Е.П. Экология человека: практикум: учебное пособие / Е.П. Гора, — М.: Дрофа, 2008. — 127 с.
4. Губарева, Л.И. Экология человека: Практикум для вузов / Л.И. Губарева., О.М. Мизирева, Т.М. Чурилова. — М.: ВЛАДОС, 2003. — 112с.
5. Хотунцев, Ю.Л. Практикум по экологии человека для студентов при подготовке учителей технологии: Учеб. Пособие [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.Л. Хотунцев, Н.А. Гребинюк. — Электрон. Дан. — М. : Прометей (Московский Государственный Педагогический Университет), 2015. — 92 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=63352](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63352)
6. Гигиена и экология человека [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. Дан. — Минск : «Вышэйшая школа», 2015. — 272 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=65438](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=65438)

### Вопросы для подготовки к экзамену по дисциплине «ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА»

1. Экология человека в системе наук. Задача и цели, методы экологии человека.
2. Связь экологии человека с другими науками. История и этапы становления взглядов «человек-общество-природа».
3. Аксиомы антропоэкологии. Человек — биосоциальное существо. Особенности развития человечества как биологического вида.
4. Адаптация — биологический фактор выживания человека.

5. Социализация и совместный труд людей — общественные факторы развития человечества.
6. Условие прогресса человечества — накопление и распространение хозяйственно-культурной информации.
7. Ускорение темпов социально-технологического развития источник факторов риска и экологической напряженности.
8. Постоянство антропоэкологического процесса и научно-технический прогресс — причина факторов риска.
9. Социально-экономическое развитие — фактор общественного здоровья.
10. Антропоэкосистема — среда обитания человека. Уровни антропоэкологических систем.
11. Характеристика структуры антропоэкосистемы: социально-экономические условия, хозяйство, население, природа, загрязнение окружающей среды.
12. Экология общественного здоровья. Уровни общественного здоровья.
13. Качество общественного здоровья. Факторы, определяющие уровень общественного здоровья. Общественное развитие и типы здоровья.
14. Адаптация человека. Виды и уровни адаптации. Результат адаптаций.
15. Закономерности изменчивости строения тела и обменных процессов. Адаптивные типы людей: тропический, внетропический, пустынный, высокогорный, континентальный.
16. Адаптивные реакции у человека, животных и растений.
17. Антропоэкологические особенности сельской местности. Демографическая ситуация сельского населения в различных регионах.
18. Функции сельской местности. Особенности жизни людей в сельской местности.
19. Типы образа жизни сельского населения. Перспективы устойчивого развития сельских территорий.
20. Урбанизация и экология горожан. Экологическая структура города.
21. Функции городов. Макро – и микросреда города.
22. Основные особенности жизни горожан. Загрязнения жизненной среды горожан.

23. Проблемы безопасности городской среды. Болезни города и цивилизации.
24. Экология питания. Экологические причины колебаний средних величин основного обмена.
25. Нормы питания. Энергозатраты и стратегии их восполнения.
26. Роль питания в формировании адаптивных типов. Природно-климатические причины формирования традиционных диет коренных народов.
27. «Традиционная» и «покупная» пища, тенденции развития питания.
28. «Болезни цивилизации» и их связь с питанием (ожирение, сахарный диабет, пищевые аллергии, гипертоническая болезнь).
29. Организация питания человека в экстремальных условиях.
30. Экология жилища. Понятие «жилищный комфорт».
31. Физические и химические факторы микроклимата жилища. Качество жилой среды.
32. Экология семьи. Структура и функции семьи.
33. Внешние факторы влияющие на семью. Типология семьи во взаимосвязи с окружающей средой.
34. Образ жизни семьи. Потребности человека и их удовлетворение в семье.
35. Исторические изменения происходящие в семьях россиян.
36. Проблемы безопасности в экологии человека.
37. Проблемы безопасности при стихийных бедствиях и техногенных катастрофах.
38. Нормирование качества окружающей среды человека. Экологические нормативы.
39. Санитарно-гигиеническое нормирование. Мониторинг окружающей среды.
40. Влияние биотических факторов на человека – фитонцидные растения в интерьере.
41. Влияние токсичных металлов на человека.
42. Влияние пестицидов и нитратов на организм человека.
43. Экологическая безопасность продуктов питания.
44. Определение обеспеченности организма человека витаминами и микроэлементами.
45. Реакции адаптации организма человека.
46. Показатели состояния здоровья населения.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Тема занятия	стр.
Занятие 1. Методы научных исследований в антропоэкологии. Основные понятия	
Занятие 2. Влияние абиотических факторов. Исследование физиологических механизмов адаптации	
Занятие 3. Влияние биотических факторов. Ознакомление с фитонцидными растениями	
Занятие 4. Влияние антропогенных факторов. Изучение механизмов влияния токсичных металлов	
Занятие 5. Влияние антропогенных факторов. Изучение механизмов влияния экотоксикантов	
Занятие 6. Пути снижения загрязнения окружающей среды экотоксикантами	
Занятие 7. Факторы здоровья. Здоровый образ жизни. Пропаганда ЗОЖ. Общие закономерности адаптивного процесса	
Занятие 8. Факторы риска. Курение – как экологический фактор	
Занятие 9. Влияние факторов внешней среды на реализацию генотипа. Выявление и реализация наследственности	
Занятие 10. Показатели состояния здоровья. Определение гармоничного физического развития	
Занятие 11. Город как особая форма экосистемы. «Болезни города»	
Занятие 12. Природно-климатические причины формирования традиционных диет коренных народов	
Занятие 13. Определение обеспеченности организма человека витаминами и микроэлементами	
Занятие 14. Оценка социально-экологических условий проживания человека	
Занятие 15. Физические факторы микроклимата жилища	
Занятие 16. Химические факторы микроклимата жилища	
Занятие 17. Оценка материально-жилищного уровня жизни семьи	
Занятие 18. Экологические нормативы. Санитарно-гигиеническое нормирование	



Министерство сельского хозяйства  
Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«Самарский государственный  
аграрный университет»  
Кафедра «Биоэкология и физиология  
сельскохозяйственных животных»

# **БИОХИМИЯ**

Методические указания  
для выполнения лабораторных занятий

Кинель  
РИО Самарского ГАУ  
2020



УДК 577(07)

ББК 2.0

Б – 63

Б – 63 Биохимия: методические указания для выполнения лабораторных занятий / сост. Л. П. Гниломедова. – Кинель: РИО СамГАУ, 2020. – 36 с.

Методические указания позволят обучающимся закрепить основные теоретические знания, излагаемые в процессе обучения на лекциях и сформировать представления о проведении биохимический лабораторных и исследовательских работ.

Издание предназначено для студентов очной формы обучения факультета Биотехнологии и ветеринарной медицины, обучающихся по направлению 06.03.01 «Биология».

© ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, 2020

© Гниломедова Л.П., 2020

## Предисловие

В данном методическом указании содержатся разработки лабораторных работ с теоретическим обоснованием их, список рекомендуемой литературы и источников информации, вопросы к экзаменам. Данное издание позволит студентам закрепить основные теоретические знания на лабораторных занятиях.

Целью освоения дисциплины «Биохимия» является формирование у обучающихся научного мировоззрения и системы компетенций для решения профессиональных задач.

Для достижения поставленной цели при освоении дисциплины решаются следующие задачи:

- изучение биохимического состава и закономерностей химических процессов лежащих в основе физиологических явлений;
- формирование теоретических знаний о биохимии;
- изучение механизмов регуляции процессов обмена веществ белков, углеводов, липидов, нуклеиновых кислот, витаминов, гормонов;
- приобретение навыков по биохимическому анализу.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций: - способность 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; способность эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ; готовность применять на производстве базовые общепрофессиональные знания теории и методов современной биологии

## Занятие 1. Растворы. Явления диффузии и осмоса. Осмотическое давление

*Цель занятия:* Формулирование основных понятий: типы растворов, диффузия, осмос. Знакомство со свойствами полупроницаемых мембран.

**Растворы** – это физико-химические системы, состоящие из двух и более компонентов: один из них преобладает – это растворитель, остальные по всему объему равномерно распределяются в нем и являются растворенными веществами. По размерам частиц растворенных веществ различают три типа растворов: *истинные* (до 1 нм); *коллоидные* (от 1 до 100 нм); *механические смеси* — *суспензии и эмульсии* (свыше 100 нм). В зависимости от величины молекулярной массы растворенного вещества различают *низкомолекулярные* (водные растворы кислот, щелочей, солей) и *высокомолекулярные* (растворы белков, полисахаридов, нуклеиновых кислот) растворы. Растворы обладают такими процессами, как диффузия и осмос.

**Диффузия** (от лат. *diffusio* – распространение, растекание) самопроизвольный процесс распределения молекул, атомов, ионов, коллоидных мицелл в газах, жидкостях и твердых веществах, приводящий к установлению равномерной концентрации по всему объему. В процессе диффузии выравнивание концентрации растворенного вещества в растворителе идет благодаря тепловому движению. Этот процесс зависит от расстояния между частицами (в газах оно наибольшее, в жидкостях – среднее, в твердых телах – наименьшее) и характера теплового движения частиц в этих средах.

**Осмос** (от греческого *osmos* – толчок, давление) — односторонняя диффузия растворителя через полупроницаемую перегородку (мембрану), отделяющую раствор от чистого растворителя или раствора меньшей концентрации. Осмос обусловлен стремлением системы к термодинамическому равновесию и выравниванию концентрации раствора по обе стороны мембраны.

Диффузия молекул растворителя во время осмоса происходит в обоих направлениях – из раствора с меньшей концентрацией растворенного вещества (или чистого растворителя) и раствора с большей концентрацией растворенного вещества.

**Задание 1.1.** Учебные фильмы «Что изучает биохимия», «Облегченная диффузия», «Осмоз», «Виды химических связей».

**Задание 1.2.** Ответить на вопросы:

1. От каких факторов зависит процесс диффузии?
2. Какое значение для живых клеток имеют процессы диффузии и осмоса? Привести примеры.
3. Что такое изотонический, гипотонический, гипертонический растворы? Как они воздействуют на живую клетку?

### **Контрольные вопросы**

1. Охарактеризовать физико-химические свойства воды. Какие различают типы растворов?
2. Объяснить физическую природу явлений диффузии и осмоса. От чего зависит скорость диффузии?
3. Что такое осмотическое давление?
4. Какими свойствами обладают полупроницаемые мембраны?
5. Дать характеристику видам химических связей: ковалентная, ионная, пептидная, водородная, дисульфидная; объяснить природу возникновения в биомолекулах гидрофильных и гидрофобных взаимодействий.

## **Занятие 2. Свойства буферных растворов. Буферная емкость биологических жидкостей**

*Цель занятия:* Знакомство с основными свойствами буферных растворов. Формирование понятия о биологических буферных системах.

Большинство биохимических реакций катализируются различными ферментами или гормонами, проявляющими свою биологическую активность только в строго определенном и достаточно узком интервале значений pH. **Буферные растворы** (англ. *buffer*, от *buff* — смягчать удар) — растворы с определённой устойчивой концентрацией водородных ионов. pH буферных растворов мало изменяется при прибавлении к ним небольших количеств сильного основания или сильной кислоты, а также при разбавлении и концентрировании.

Способность буферных систем противодействовать резкому изменению pH при добавлении к ним сильной кислоты или осно-

вания является ограниченной. Буферная смесь поддерживает pH постоянным только при условии, что количество вносимых в раствор сильной кислоты или щелочи не превышает определенной величины. В противном случае наблюдается резкое изменение pH, т.е. буферное действие раствора прекращается. Количественно буферное действие раствора характеризуется с помощью **буферной емкости (В)**. Величина буферной емкости зависит от концентраций компонентов буферной системы и от их соотношения.

Краткосрочные колебания pH в организме компенсируются **буферными системами**. Буферная система представляется собой смесь слабой кислоты  $\text{HВ}$  и сопряженного с ней основания  $\text{В}^-$  или слабого основания и сопряженной с ним кислоты. Такие системы могут нейтрализовать избыток как ионов гидроксония, так и гидроксил-ионов. Наиболее важной буферной системой плазмы является **бикарбонатный буфер**, состоящий из слабой **угольной кислоты** и ее кислого **аниона бикарбоната**. Угольная кислота  $\text{H}_2\text{CO}_3$  находится в равновесии со своим ангидридом  $\text{CO}_2$ . Установление равновесия между обеими формами ускоряется ферментом *карбонат-дегидратазой*.

**Задание 1.1.** Учебные фильмы: «Буферные растворы», «Способы получения буферного раствора», «Титрование кислотно-основное», «Потенциометрический принцип определения pH».

**Задание 1.2.** Ответить на вопросы:

1. Почему известные вам биологические жидкости (кровь, лимфа, молоко и др.) обладают буферными свойствами?
2. Какое значение имеют знания о свойствах буферных систем в биохимии?

### **Контрольные вопросы**

1. Свойства буферных растворов. Важные биологические буферные системы.
2. Метод титрования. Метод использования индикаторов.
3. Потенциометрический метод определения pH растворов.
4. Гидрофобные и гидрофильные вещества.

## **Занятие 3. Свойства аминокислот**

*Цель занятия:* Знакомство с разнообразием и свойствами протеиногенных аминокислот.

Протеиногенные (входящие в состав белков и протеинов) аминокислоты являются *2-аминокарбоновыми кислотами* (или  $\alpha$ -аминокислотами, в отличие от  $\beta$ -аминокислот, таких, как  $\beta$ -аланин и таурин). У  $\alpha$ -аминокислот при атоме C-2 ( $C_\alpha$ ) имеются четыре различных заместителя: карбоксильная группа, аминогруппа, водородный атом и боковая цепь R. Таким образом, все  $\alpha$ -аминокислоты, кроме глицина, имеют *асимметрический* (хиральный)  $\alpha$ -углеродный атом и существуют в виде двух *энантиомеров* (L- и D-аминокислот). *Протеиногенными* называются 20 аминокислот, которые кодируются генетическим кодом. Протеиногенные аминокислоты относятся к *L-ряду*.

D-Аминокислоты встречаются в бактериях, например в составе муреинов и в пептидных антибиотиках.

Разделение и анализ аминокислот и их производных используются при определении *аминокислотного состава* белков, *секвенировании* пептидов, а также с целью *диагностики* нарушений аминокислотного и белкового обмена.

**Задание 1.1.** Учебные фильмы: «Аминокислоты – свойства и получение», «Аминокислоты – номенклатура и свойства».

**Задание 1.2.** Ответить на вопросы:

1. Какие аминокислоты входят в состав белков? Как классифицируются протеиногенные аминокислоты?
2. Как состав протеиногенных аминокислот определяет физико-химические свойства их? Что такое изоэлектрическая точка?
3. Какими методами идентифицируют аминокислоты, исследуют количественный и качественные свойства их?

#### **Контрольные вопросы**

1. Аминокислоты, их физико-химические свойства.
2. Классификация аминокислот. Заменяемые и незаменимые аминокислоты.
3. Виды взаимодействия аминокислот в белке.
3. Пептидные, дисульфидные, ионные, водородные связи и гидрофобные взаимодействия аминокислот в белке.

### **Занятие 4. Методы выделения белков**

*Цель занятия:* Знакомство с методами выделения и определения белков.

Белки — это высокомолекулярные соединения (полимеры), состоящие из  $\alpha$  -аминокислот - мономерных звеньев, соединенных между собой пептидными связями. Если белки кроме пептидных цепей содержат еще компоненты неаминокислотной природы, то такие белки называются *сложными*. Небелковую часть называют *простетической группой*, а белковую *апопротеином*. Сложный белок - *холопротейн* может диссоциировать на компоненты: Холопротейн  $\leftrightarrow$  апопротеин + простетическая группа. Простетической группой могут быть органические вещества, ионы металлов, нуклеиновые кислоты, углеводы, липиды и др. вещества.

Индивидуальные белки различаются по физико-химическим свойствам: форме молекул, молекулярной массе, суммарному заряду молекулы, соотношению полярных и неполярных групп на поверхности молекулы, растворимости белков, степени устойчивости к воздействию денатурирующих факторов.

### ЭТАПЫ ВЫДЕЛЕНИЯ И ОЧИСТКИ БЕЛКОВ

Последовательность получения белков из биоматериалов:

1. Дробление биологического материала (гомогенизация тканей/клеток; метод замораживания и оттаивания; экстракция белков мембран; удаление из раствора небелковых веществ – диализ).
2. Фракционирование органелл (дифференциальное центрифугирование).
3. Экстракция белков (избирательная денатурация, высаливание, метод молекулярных сит).
4. Разделение смеси белков на индивидуальные белки (хроматография).

**Задание 1.1.** Учебные фильмы «Белок», «Протеины», «Осаждение белков солями тяжёлых металлов», «Осаждение белков спиртом», «Свёртывание белков при нагревании».

**Задание 1.2.** Ответить на вопросы:

1. Как состав белков определяет физико-химические свойства их?
2. Объяснить, как аминокислотная последовательность полипептидной цепи влияет на пространственную структуру белковой молекулы.
3. Какие физические методы используются для разделения белков?
4. Какие методы выделения и разделения белков основаны на особенностях химических свойств индивидуальных белков?

### Контрольные вопросы

1. Методы выделения белков. Выделение индивидуальных белков.

2. Белки, их биологическая роль. Классификация белков.
3. Состав и свойства белков, структурная организация белков. Простые и сложные белки.
4. Понятие о конформации, денатурации, ренатурации белка.
5. Домены в структуре белка, их функциональная роль.

## Занятие 5. Методы изучения свойств белков

*Цель занятия:* Изучение методов анализа свойств и состава белков.

**Хроматография** – физико-химический метод разделения и анализа веществ. Метод основан на распределении веществ между двумя фазами – подвижной и неподвижной. Для разделения и исследования белков применяют различные виды *жидкостной хроматографии*: адсорбционная, молекулярно-ситовая, ионообменная, распределительная, осадочная и аффинная. Одна фаза неподвижная, а другая фаза – раствор содержащий белок (смесь белков), перемещается относительно первой и увлекает хроматографируемое вещество, которое непрерывно распределяется между этими фазами. Скорость перемещения каждого из компонентов разделяемой смеси определяется соотношением степеней физико-химического сродства неподвижной/подвижной фаз.

*Методы разделения белков – гель-фильтрация/молекулярных сит*

Разделение белков в соответствии с размерами и формой их молекул проводят *методом гель-фильтрации*. Раствор, содержащий смесь белков, пропускают через колонку, заполненную очень мелкими пористыми гранулами гидрофильного полимера (например декстрана). Молекулы малых белков проникают внутрь гранул, тогда как более крупные молекулы не могут туда проникнуть. Молекулярную массу белка можно определить путем сравнения скорости его прохождения через колонку со скоростями прохождения других белков с известными молекулярными массами.

**Задание 1.1.** Ответить на вопросы:

1. Какие физические факторы могут вызывать денатурацию белков?



2. Какие химические реагенты могут вызывать обратимую, а какие необратимую денатурацию белков?
3. В каких случаях возможная обратимая денатурация, а когда нет?
4. Возможны ли случаи денатурации в живых клетках, крови или других тканевых жидкостях? Как живые организмы защищаются от денатурации

**Задание 1.2.** Учебные фильмы: «Биуретовая реакция белков», «Количественный анализ белков», «Метод индивидуального определения белков», «Жидкостная хроматография».

### **Контрольные вопросы**

1. Физико-химические свойства белков. Охарактеризовать биологические функции белков?
2. Какие мономеры входят в состав белков?
3. Как могут классифицироваться белки?
4. Описать структурную организацию белковой молекулы?
5. Что означают понятия: конформация, домен, индивидуальные белки, простетическая группа, денатурация?
6. Методы изучения структуры белка. Методы выделения белков.

## **Занятие 6. Методы изучения активности ферментов**

*Цель занятия:* Знакомство приемами оценки активности ферментов.

**Катализаторы** – это вещества, ускоряющие химические реакции; в ходе реакции они претерпевают физические изменения, но по ее завершении возвращаются в исходное состояние. Ферменты (*fermentum* - закваска) или энзимы (*en* – внутри, *zyme* - дрожжи). Ферменты — белковые реакционно-специфические катализаторы биохимических реакций.

Каждый фермент имеет 2 названия: рабочее и систематическое.

1. Рабочее название фермента содержит суффикс «аза», которое присоединят к названию субстрата (нуклеаза) или к названию химического превращения (карбоксипептидаза).
2. Систематическое название применяется для однозначной идентификации фермента (все ферменты разбиты на 6 основных клас-

сов – оксидоредуктазы, трансферазы, гидролазы, лиазы, изомеразы, лигазы (синтетазы)).

3. Некоторые ферменты имеют еще тривиальные названия: пепсин, трипсин, ренин, тромбин, химотрипсин.

Большинство ферментов для проявления активности нуждаются в низкомолекулярных органических соединениях небелковой природы (коферменты) и/или в ионах металлов (кофакторы).

**Задание 1.1.** Ответить на вопросы:

1. Назовите особенности ферментов, как катализаторов.
2. Что означает специфичность и лабильность ферментов?
3. Что такое активный цент фермента? Как организован и функционирует этот центр?

**Задание 1.2.** Учебные фильмы: «Ферменты – биологические катализаторы. Значение ферментов», «Действие ферментов (с LabQuest)», «Лактозный оперон», «Работа фермента рестрикции EcoRI».

### **Контрольные вопросы**

1. Классификация и номенклатура ферментов.
2. Особенности ферментативного катализа.
3. Химическая природа ферментов, их функциональные группы.
4. Активный и аллостерический центры.
4. Протестические группы. Коферменты и кофакторы.

## **Занятие 7. Изучение ингибиторов и активаторов ферментов**

*Цель занятия:* Формирование представления о регуляции ферментативной активности.

Регуляция активности ферментов, определяющая скорость протекания и направление реакций, является основным механизмом поддержания клеточного гомеостаза. Ферменты являются белками, поэтому любые агенты, вызывающие денатурацию белка (кислоты, щелочи, соли тяжелых металлов, нагревание), приводят к необратимой инактивации фермента. Однако подобное инактивирование относительно неспецифично, оно не связано с механизмом действия ферментов. Ферментативная активность может определяться присутствием в среде активаторов и ингибиторов:

первые повышают скорость реакции, а вторые тормозят эту реакцию. Активирующее влияние на скорость ферментативной реакции оказывают разнообразные вещества органической и неорганической природы. Так, соляная кислота активирует действие пепсина желудочного сока; желчные кислоты повышают активность панкреатической липазы, а ряд ферментов – активируются витамином С. Часто активаторами выступают ионы двухвалентных и, реже, одновалентных металлов. Многие ферменты вообще не активны в отсутствие металлов. Например, ионы  $Mg^{2+}$  обеспечивают присоединение веществ к активному центру фосфатаз, катализирующих гидролиз этих соединений.

**Ингибиторы** ферментов обычно принято делить на два больших класса: обратимые и необратимые. Это вещества, вызывающие частичное(обратимое) или полное торможение реакций, катализируемых ферментами. Недавно открыты антиферменты (антиэнзимы, или антизимы), представляющие собой белки (или полипептиды), действующие как ингибиторы ферментов. К подобным веществам относятся, например, ингибитор трипсина, обнаруженный в соевых бобах, и сывороточный антитрипсин. Недавно открыт в печени животных антифермент орнитиндекарбоксилазы. *Антизимы*, образуют трудно диссоциируемые комплексы с соответствующими ферментами, выключая их из химических реакций. Большую группу составляют так называемые *специфические ингибиторы*, которые оказывают свое действие на какой-либо один фермент или группу родственных ферментов, вызывая обратимое или необратимое ингибирование. Исследование этих ингибиторов имеет важное значение. Например, лекарственные препараты, специфически связывают ту или иную функциональную группу в молекуле фермента, выключая его из химической реакции. С ингибированием ферментов связан механизм действия многих токсинов и ядов на организм. Токсическое влияние на организм человека и животных некоторых инсектицидов обусловлено торможением активности холинэстеразы – фермента, играющего ключевую роль в деятельности нервной системы. Знание избирательного ингибиторного действия природных и синтетических соединений (антиметаболитов) на ферменты может служить методологической основой для разработки эффективных методов синтеза химиотерапевтических препаратов.

**Задание 1.1.** Ответить на вопросы:

1. Как изменение условий (рН, температуры, давления, концентрации субстрата и фермента) может влиять на скорость биохимической реакции?

2. Что такое активаторы и ингибиторы ферментов? Привести примеры разнообразия этих соединений?

3. Как используются регуляторы ферментативной активности в практике и научных исследованиях?

**Задание 1.2.** Учебные фильмы «Конкурентное ингибирование ферментов», «Неконкурентное ингибирование ферментов», «Кофакторы ферментов и коферменты (коэнзимы)».

### **Контрольные вопросы**

1. Основные представления о кинетике ферментативных процессов.

2. Специфичность действия ферментов.

3. Роль витаминов, металлов и других коферментов в функционировании ферментов.

4. Влияние различных факторов среды на ферментативные процессы (температура, концентрации водородных ионов и др.).

## **Занятие 8. Витамины водорастворимые**

*Цель занятия:* Знакомство с методами определения витаминов. Формирование представления о свойствах, роли и источниках витаминов группы водорастворимые.

Современные методы определения витаминов в биологических объектах делят на физико-химические и биологические.

При взаимодействии витаминов с рядом химических соединений наблюдаются характерные цветные реакции, интенсивность окраски которых пропорциональна концентрации витаминов в исследуемом растворе. Поэтому витамины можно определить *фотокolorиметрически*, например витамин В<sub>1</sub> – при помощи диазореактива и т.д. Колориметрические методы позволяют судить как о наличии витаминов, так и о количественном содержании их в исследуемом пищевом продукте, органах и тканях животных и человека. Для выяснения обеспеченности организма человека каким-либо витамином часто определяют соответствующий витамин или

продукт его обмена в сыворотке крови, моче или биопсийном материале. Некоторые витамины обладают способностью поглощать оптическое излучение только определенной части спектра. В частности, витамин А имеет специфичную полосу поглощения при 328-330 нм. Измеряя коэффициент поглощения *спектрофотометрически*, можно достаточно точно определить количественное содержание витаминов в исследуемом объекте. Для определения витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> и других применяют *флюорометрические* методы. Используют и *титриметрические* методы: например, при определении витамина С применяют титрование раствором 2,6-дихлорфенолиндифенола.

Биологические методы основаны на определении того минимального количества витамина, которое при добавлении к искусственной диете, лишенной только данного изучаемого витамина, предохраняет животное от развития авитаминоза или излечивает его от уже развившейся болезни. Это количество витамина условно принимают за единицу (в литературе известны «голубиные», «крысиные» единицы).

Большое место в количественном определении ряда витаминов: фолиевой, парааминобензойной кислот и др. – в биологических жидкостях, в частности в крови, *занимают микробиологические* методы, основанные на измерении скорости роста бактерий; последняя пропорциональна концентрации витамина в исследуемом объекте. Количество витаминов принято выражать, кроме того, в миллиграммах, микрограммах, международных единицах (МЕ, или IU).

**Задание 1.1.** Ответить на вопросы:

1. Какие существуют классификации витаминов? Какие широко используются?
2. Какие биохимические функции выполняют витамины?
3. Какие патологические состояния развиваются при недостатке или избытке витаминов?

**Задание 1.2.** Учебный фильм «О витаминах».

### **Контрольные вопросы**

1. Витамины и их биологическая роль.
2. Общая характеристика, классификация и номенклатура витаминов.
3. Водорастворимые витамины.

## Занятие 9. Витамины жирорастворимые

*Цель занятия:* Знакомство с группой витаминородобных веществ и антивитаминов. Формирование представления о свойствах, роли витаминов группы жирорастворимые.

В настоящее время известно около двадцати витаминов, обеспечивающих нормальный рост и развитие, протекание физиологических процессов и биохимических реакций.

Наиболее важными для организма жирорастворимыми витаминами являются А (ретинол), Д (кальферол), Е (токоферол), К (филлохинон). Многие витамины входят в состав коферментов (витамины В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР и др.); некоторые выполняют специфические функции (жирорастворимые витамины А, Д, Е, К).

Помимо двух главных групп витаминов (водорастворимые и жирорастворимые), выделяют группу разнообразных химических веществ, из которых часть синтезируется в организме и обладает витаминными свойствами. Для человека и ряда животных эти вещества объединяют в группу *витаминоподобных*. К ним относят холин, липоевую кислоту, витамин В<sub>15</sub> (пангамовая кислота), оротовую кислоту, инозит, убихинон, парааминобензойную кислоту, карнитин, линолевую и линоленовую кислоты, витамин U (противоязвенный фактор) и ряд факторов роста птиц, крыс, цыплят, тканевых культур.

**Антивитамины** – вещества, которые затрудняют использование витаминов; они или разрушают, или связывают или ингибируют функции витаминов в организме. В настоящее время антивитамины принято делить на две группы: 1) антивитамины, имеющие структуру, сходную со структурой нативного витамина, и оказывающие действие, основанное на конкурентных взаимоотношениях с ним; 2) антивитамины, вызывающие модификацию химической структуры витаминов или затрудняющие их всасывание, транспорт, что сопровождается снижением или потерей биологического эффекта витаминов. Таким образом, термином «антивитамины» обозначают любые вещества, вызывающие независимо от механизма их действия снижение или полную потерю биологической активности витаминов. Помимо структуроподобных аналогов витаминов, введение которых обуславливает развитие истинных авитаминозов, различают антивитамины биологического проис-

хождения, в том числе ферменты и белки, вызывающие расщепление или связывание молекул витаминов лишая их физиологического действия. Например, аскорбатоксидаза катализирующая разрушение витамина С; белок авидин, связывающий биотин в биологически неактивный комплекс. В частности, из авитаминов жирорастворимых витаминов используются дикумарол, варфарин и тромексан (антагонисты витамина К) в качестве антисвертывающих препаратов. Большинство авитаминов применяют как лечебные средства со строго направленным действием на некоторые биохимические и физиологические процессы. Так некоторые применяются в качестве противоопухолевых или антибактериальных средств, тормозя синтез белка и нуклеиновых кислот в клетках.

**Задание 1.1.** Ответить на вопросы:

1. Назовите источники поступления жирорастворимых витаминов.
2. Какие изменения развиваются в организме при недостатке витаминов А и Д?
3. Какую опасность представляет для здоровья избыток витаминов А и Д?
4. Какую функцию выполняет витамин Е в клетках и в организме?

**Задание 1.2.** Учебный фильм «Витамины – химия тела».

### **Контрольные вопросы**

1. Общая характеристика, классификация и номенклатура жирорастворимых витаминов.
2. Понятие о авитаминозах, гиповитаминозах, гипервитаминозах, авитаминах.
3. Жирорастворимые ферменты – источники поступления, роль, особенности метаболизма.

## **Занятие 10. Свойства углеводов-моносахаридов**

*Цель занятия:* Формирование представления о свойствах и разнообразии моносахаридов.

**Моносахариды** – производные многоатомных спиртов, содержащие карбонильную группу ( $O=C<$ ). Это простые сахара не гидролизуются при кипячении с разбавленными кислотами. В зависимости от положения в молекуле карбонильной группы моносахариды подразделяют на альдозы и кетозы. Название моносахаридов

ридов зависит от числа составляющих его углеродных атомов (альдотриозы, кетогексозы и т.д.). *Альдозы* содержат функциональную альдегидную группу  $\text{—HC=O}$ . *Кетозы* содержат кетонную группу  $\text{>C=O}$ . Простейшие представители моносахаридов – триозы: глицеральдегид и диоксиацетон. Моносахариды химически реакционноспособные соединения.

**Окисление моносахаридов.** Альдегидная группа альдоз может окисляться образуя карбоновые кислоты называемые альдоновыми кислотами. Альдоновой кислотой может быть D-глюконовая кислота, которая образуется при окислении альдегидной группы D-глюкозы. Фосфорилированная форма D-глюконовой кислоты играет важную роль в качестве промежуточного продукта углеводного обмена. Другой пример – D-галактоновая кислота – продукт окисления альдегидной группы D-галактозы. При сильном окислении глюкозы, например азотной кислотой, окисляются альдегидная и первичная спиртовая группы, в результате образуется двухосновная сахарная кислота.

**Реакции полуацетального гидроксила.** Моносахариды как в кристаллическом состоянии, так и в растворе в основном существуют в полуацетальных формах. Полуацетальный гидроксил отличается большей реакционной способностью и может замещаться другими группировками в реакциях со спиртами, карбоновыми кислотами, фенолами и т.д. Например, при реакции метилового спирта с глюкозой (допустим, в  $\beta$ -пиранозной форме) в присутствии неорганических кислот образуется продукт алкилирования метил- $\beta$ -D-глюкопиранозид.

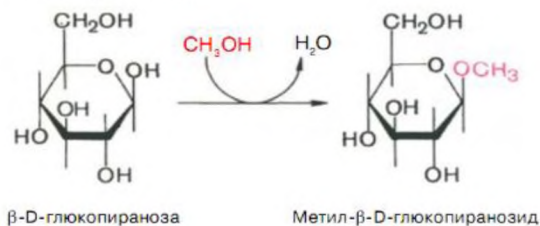


Рис. 1 Реакция метилового спирта с глюкозой.

**Восстановление моносахаридов.** Моносахариды легко гидрируются (присоединяется водород) по связи  $\text{C—O}$  и при этом превращаются в многоатомные спирты (сахароспирты). D-глюкоза,



например, образует спирт сорбит, а D-манноза – маннит. Восстановление D-фруктозы приводит к эквимолекулярной смеси – D-маннита и D-сорбита, так как в результате гидрирования второй атом углерода становится асимметричным.

**Задание 1.1.** Ответить на вопросы:

1. Дать общую характеристику углеводов. Какие углеводы наиболее часто встречаются в живой природе?
2. Как классифицируются углеводы? Приведите примеры триоз, пентоз и гексоз.
3. Какие химические реакции характерны для моносахаридов, а какие нет?
4. Какие образуются продукты реакции при окислении и восстановлении глюкозы?

**Задание 1.2.** Учебные фильмы: «Глюкоза и её изомеры», «Окисление глюкозы кислородом воздуха», «Качественная реакция глюкозы с гидроксидом меди», «Углеводы».

### **Контрольные вопросы**

1. Углеводы и их биологическая роль,
2. Классификация и номенклатура углеводов..
3. Структура, свойства моносахаридов.
4. Взаимопревращения моносахаридов.

## **Занятие 11. Свойства углеводов олигосахаридов**

*Цель занятия:* Ознакомиться с видами и свойствами олигосахаридов.

Олигосахариды содержат от 2 до 10 остатков моносахаридов, соединённых гликозидной связью. Олиго- и полисахариды могут подвергаться гидролизу под действием разбавленных кислот, а в организмах под действием ферментов. Большое значение имеет реакция расщепления с участием фосфорной кислоты. Эту реакцию называют фосфоролиз. Реакцию фосфоролиза мальтозы можно представить так: мальтоза + фосфорная кислота → глюкоза-1-фосфат + глюкоза. Важнейшими химическими реакциями олигосахаридов являются: гидролиз гликозидных связей, реакции полуацетального гидроксила у восстанавливающего моносахарида и реакции спиртовых групп всех моносахаридных остатков.

Дисахариды – наиболее распространённые олигомерные углеводы, встречающиеся в свободной форме:

- *сахароза* (глюкоза + фруктоза)- источник «тростникового сахара» растения, особенно сахарная свёкла и тростник. Остатки глюкозы и фруктозы связаны  $\beta$ -1,4- гликозидной связью. Так как оба реакционных атома связаны, сахароза относится к невосстанавливающим сахарам.
- *лактоза* (галактоза + глюкоза) – молочный сахар, в коровьем молоке до 5%, а в женском до 8%. Лактоза является восстанавливающим сахаридом (есть свободный полуацетальный атом углерода).
- *мальтоза* (2 молекулы глюкозы) – образуется при гидролизе крахмала (амилозы) в кишечнике или содержится в пиве, солоде. Два остатка глюкозы в мальтозе связаны  $\alpha$ -1,4- гликозидной связью, поэтому остается возможность освобождения альдегидной группировки. Мальтоза относится к восстанавливающим дисахаридам.

**Задание 1.1.** Ответить на вопросы:

1. Какие олигосахариды наиболее широко распространены в живой природе? А какие встречаются редко?
2. Какие химические реакции типичны для олигосахаридов?
3. Какие виды связей встречаются в олигосахаридах и как они влияют на химические свойства

**Задание 1.2.** Учебные фильмы «Кислотный гидролиз сахарозы», «Отсутствие восстанавливающей способности у сахарозы», «Гликолиз реакции», «Гликолиз обзор».

### **Контрольные вопросы**

1. Дать характеристику дисахаридам. Какие могут образовываться продукты при гидролизе дисахаридов?
2. Анаэробный и аэробный распад углеводов. Гликолиз. Спиртовое брожение.
3. Цикл трикарбоновых кислот. Окислительное фосфорилирование на уровне субстрата.
4. Энергетическая характеристика аэробной и анаэробной фазы углеводного обмена.

## Занятие 12. Свойства углеводов полисахаридов

*Цель занятия:* Изучение значения и разнообразия полисахаридов.

**Полисахариды** – высокомолекулярные полимеры, мономерами которых являются моносахариды. Полисахариды (гликаны) разделяют на гомополисахариды (все мономеры идентичны) и гетерополисахариды (мономеры различны). В отличие от моно- и дисахаридов они не имеют сладкого вкуса, нерастворимы или труднорастворимы в водных средах.

По функциям полисахариды делят на 3 основные группы:

- резервные (выполняющие энергетическую функцию) – крахмал, гликоген, ламинарин, инулин; крахмал – до 70% содержится в зернах риса, кукурузы, пшеницы; до 65% в клубнях картофеля.
- структурные (хитин, целлюлоза – обеспечивают клеткам механическую прочность);
- полисахариды межклеточного матрикса (гиалуроновая кислота, хондроитин-сульфат А и С, дерматансульфат, кератинсульфат) принимающие участие в образовании тканей и дифференцировке клеток.

В пище человека в основном содержатся растительные полисахариды – крахмал, целлюлоза; значительно меньше поступает животных полисахаридов – гликогена. Многие млекопитающие (в том числе человек) не имеют фермента целлюлазы, расщепляющего  $\beta$ -связи и не способны использовать целлюлозу с энергетической целью. Целлюлаза – это фермент встречающийся у бактерий и простейших, обитающих в кишечнике травоядных и в почве.

Полисахариды, в структуре которых характерно наличие двух или более типов мономерных звеньев, носят название **гетерополисахаридов**. Важнейшие представители гетеро-полисахаридов в тканях животных – гликозаминогликаны (мукополисахариды – их растворы гелеобразны). Они состоят из цепей сложных углеводов, содержащих аminosахара и уоновые кислоты. Различают 6 классов гликозамино-гликанов: гиалуроновая кислота, хондроитин-сульфат А и С, дерматансульфат, кератинсульфат, гепарин. Эти соединения локализованы в тканях: кожа, хрящи, сухожилия, стекловидное тело, кости, печень, легкое, т.д.

**Задание 1.1.** Ответить на вопросы:

1. Какие существуют природные полисахариды? Какой состав они имеют? Какие функции выполняют в организмах?
2. Какие физико-химические свойства присущи полисахаридам?
3. Какие полисахариды расщепляются в ферментами ЖКТ человека, а какие нет? Почему человек нуждается в пищевых волокнах?

**Задание 1.2.** Учебные фильмы: «Сахар. Химия нашего тела», «Кислотный гидролиз целлюлозы», «Кислотный гидролиз крахмала».

### **Контрольные вопросы**

1. Виды, состав и свойства полисахаридов.
2. Гликогенез. Биосинтез полисахаридов. Гликогеногенез.
3. Энергетическая характеристика аэробной и анаэробной фазы углеводного обмена.

## **Занятие 13. Физические свойства липидов**

*Цель занятия:* Знакомство с разнообразием и составом липидов.

**Липидами** называют сложную смесь органических соединений с близкими физико-химическими свойствами. Липиды представляют собой группу веществ, которые характеризуются следующими признаками: нерастворимостью в воде (гидрофобность); растворимостью в неполярных растворителях, таких, как эфир, хлороформ или бензол; содержанием высших алкильных радикалов; распространенностью в живых организмах. В липидах встречается простая эфирная связь, фосфоэфирная связь, гликозидная связь. Существует несколько классификаций липидов: по составу, по строению, по функциям.

Различают липиды растительного происхождения и животного происхождения. В растениях накапливается в семенах и плодах, больше всего в орехах (до 60%). У животных липиды концентрируются в подкожных, мозговой, нервных тканях. В рыбе содержится 10-20%, в мясе свинины до 33%, в мясе говядины 10% липидов.

Анализ липидов и продуктов их превращений является сложной задачей, требующей применения, наряду с классическими химическими методами, современных физико-химических методов исследования (хроматографии, спектроскопии, рентгеноструктурного анализа и т. д.).

Изучение липидов начинается с определения их количества (содержания) в пищевых продуктах. Для этого используются методы определения содержания липидов непосредственно в объекте (ЯМР, ИК-спектроскопия) и методы, основанные на извлечении липидов из пищевого продукта (свободные, связанные, прочносвязанные липиды). Свободные липиды экстрагируются из анализируемого продукта неполярными растворителями (гексаном, диэтиловым эфиром), связанные – системами растворителей, содержащими, как правило, спирт (смесь хлороформа и метанола, взятых в объемном соотношении 2:1). Прочносвязанные липиды получают из обработанного щелочами и кислотами шрота, оставшегося после выделения связанных липидов. Основные требования, предъявляемые к методам выделения, – полнота выделения и сохранение нативности выделенных липидов.

**Задание 1.1.** Ответить на вопросы:

1. Какие соединения относят к липидам. Могут ли некоторые витамины включаться в группу липидов?
2. Каковы особенности изучения липидов? Назовите этапы изучения липидного состава в продуктах.

**Задание 1.2.** Учебные фильмы: «Строение липидов», «Рыбий жир и лецитин», «Липиды».

### **Контрольные вопросы**

1. Липиды и их биологическая роль.
2. Классификация и номенклатура липидов.
3. Состав липидов, свойства и распространение в природе.
4. Основные представители триглицеридов, фосфолипидов, стерinov и восков.

## Занятие 14. Физико-химические свойства жиров

*Цель занятия:* Изучение констант физико-химических свойств жиров.

Физико-химические свойства жиров определяются свойствами входящих в их состав жирных кислот. Для их характеристики служат так называемые константы, или физические и химические числа жиров. К важнейшим физическим числам относят: температуру плавления и отвердевания, число рефракции; к химическим – число омыления, йодное число, число Рейхерта-Мейссля и кислотное число.

*Температура плавления* – температура равновесного фазового перехода кристаллического (твердого) жира в жидкое состояние при постоянном внешнем давлении. Температура плавления является константой, очень чувствительной к примесям, поэтому по температуре плавления можно провести идентификацию жира и определить степень его чистоты. Специфические особенности строения триглицеридов, их жирнокислотный состав влияют на температуру плавления жиров. Температура плавления насыщенных жирных кислот возрастает с увеличением их молекулярной массы. Температура плавления ненасыщенных жирных кислот ниже, чем насыщенных кислот соответствующим числом атомов, также на этот показатель влияет количество двойных связей: чем их больше, тем ниже температура плавления.

*Консистенция* – показатель, характерный для отдельных видов жиров. Большинство растительных жиров имеют жидкую консистенцию (подсолнечное, оливковое, кукурузное и др.), а некоторые (пальмовое, кокосовое и масло какао) – твердую; у животных жиров, как правило, консистенция твердая или мажebобразная.

*Цвет жиров* обусловлен природой содержащихся пигментов: желтый различной интенсивности окраски – наличие каротина и ксантофилла; зеленоватый оттенок – присутствие хлорофилла (льняное, конопляное масло). Масла, прошедшие рафинацию, менее окрашены, и чем большую обработку прошли при рафинации, тем они светлее. Наличие несвойственного жиру цвета, свидетельствует о несоответствии его данному виду или сорту.

*Температура отвердевания (18-23°C)* – температура, при которой жир приобретает твердую консистенцию.

*Число рефракции* характеризует способность жира преломлять луч света, проходящий через него. Чем больше в жире ненасыщенных и высокомолекулярных жирных кислот, тем выше коэффициент преломления, или число рефракции.

*Число омыления* (220-234) характеризует молекулярный состав жирных кислот жира – чем больше в нем содержится низкомолекулярных кислот, тем оно выше. Определяется количеством миллиграммов гидроксида калия, которое необходимо для омыления 1 г жира.

*Йодное число* (28-45) показывает содержание в жире ненасыщенных жирных кислот. Оно выражается в граммах йода, которые связываются 100 г жира. Йодное число молочного жира зависит от стадии лактации, сезона года, кормов. Оно повышается летом и понижается зимой.

*Число Рейхерта-Мейссля* (20,0-34,0) характеризует содержание в жире летучих, растворимых в воде жирных кислот (масляной и капроновой). Молочный жир, в отличие от других жиров, имеет высокое число Рейхерта-Мейссля. Поэтому по его величине судят о натуральности молочного жира (а также при количественном определении состава продуктов с комбинированной жировой фазой). Для точного контроля фальсификации молочного жира необходимо проведение газохроматографического анализа жирнокислотного состава жира.

*Кислотным числом* называется показатель, характеризующий количество свободных жирных кислот, содержащихся в жире, которые образуются при разложении его молекул. Он выражается в миллиграммах едкого калия, затраченного на нейтрализацию свободных жирных кислот, содержащихся в 1 г жира. Учитывая, что хранение пищевых продуктов, содержащих жиры и масла, всегда сопровождается гидролизом последних, по величине кислотного числа можно, до известной степени, судить об их качестве.

*Окисление жира* — это глубокий распад с образованием перекисей, альдегидов, кетонов, оксикислот и других соединений. Окисление жира часто приводит к появлению в продуктах нежелательных привкусов и запахов. Оно может быть биохимическим (ферментативным) или химическим (перекисное окисление).

*Осаливание* — процесс, связанный с окислением ненасыщенных жирных кислот и накоплением, главным образом, окси-, полиоксисоединений, часто сопровождающихся обесцвечиванием и

неприятным запахом. Обесцвечивание связано с окислением каротиноидов. Прямой солнечный свет усиливает процесс осаливания жира. Осаливание характеризуется значительным повышением температуры плавления жира, появлением соляного привкуса с неприятным запахом.

**Задание 1.1.** Ответить на вопросы:

1. Дайте определение понятиям: липиды, жиры и масла. Приведите примеры основных групп липидов.
2. Опишите физические свойства жиров
3. Какие химические превращения ацилглицеринов приводят к изменению качества жиров?
4. Приведите примеры основных превращений фосфолипидов. Какова роль фосфолипидов в организме?

**Задание 1.2.** Учебные фильмы: «Определение непредельных жиров», «Образование нерастворимых солей жирных кислот», «Жиры – химические свойства».

### **Контрольные вопросы**

1. Жирные кислоты, их классификация и номенклатура.
2. Физико-химические свойства жиров.
3. Состав и роль фосфолипидов в организме.

## **Занятие 15. Метаболизм липидов**

*Цель занятия:* Знакомство с основными направлениями превращения жироподобных веществ.

Основными липидами пищи человека являются жиры, фосфолипиды, холестерин. Многие из них могут синтезироваться в организме, но для синтеза этих липидов обязательно поступление в организм *полиненасыщенные жирные кислоты* (ПНЖК, эссенциальные жирные кислоты). Большинство этих кислот (ПНЖК) в организме не синтезируются, а должны поступать с пищей и называются витамином F (от англ. *Fat* – жир) – на долю ПНЖК в диете должно приходиться 1-2% от общей потребности в калориях (4-8 г/сут). К ПНЖК относятся линолевая, линоленовая, арахидоновая, тимидоновая кислота. При наличии линолевой кислоты остальные ПНЖК могут возникать из нее в организме. ПНЖК содержат



ся в растительных маслах – особенно много в конопляном (линолевая кислота) и льняном (линоленовая кислота). В подсолнечном, кукурузном и хлопковом маслах нет линоленовой кислоты. В кокосовом нет линолевой. Арахидоновая кислота находится в животных продуктах – печени, рыбе, свином сале. Может образовываться из линолевой в печени.

Наиболее просто происходит в организме взаимопревращение углеводов и жиров. В условиях истощения углеводных ресурсов организма жиры начинают энергично использоваться в качестве источника энергии. При этом жирные кислоты или непосредственно используются тканями, или превращаются в печени в кетонные тела, которые поступают в кровь и также утилизируются тканями в качестве энергетического субстрата. Из другого продукта мобилизации жира – глицерина образуется глюкоза, которая поступая в кровь, обеспечивает энергетическим сырьем ткани, предпочитающие глюкозу другим субстратам.

При избыточном поступлении в организм углеводов они могут превращаться в жиры. При этом глицерин образуется из промежуточного продукта гликолиза-фосфоглицеринового альдегида, а непосредственным сырьем для синтеза жирных кислот является ацетил-КоА, образовавшийся при распаде углеводов.

Превращения в организме углеводов, липидов, белков теснейшим образом связаны с обменом минеральных веществ. Последние могут использоваться для образования сложных белков, липидов, выступая в качестве активаторов или ингибиторов ферментов. Большое влияние на состояние обменных процессов оказывает поступление и превращение витаминов, которые могут входить в состав ферментов, активировать их деятельность, выполнять роль своеобразных катализаторов.

**Задание 1.1.** Ответить на вопросы:

1. Какие липиды должны поступать с пищей в организм человека?
2. какие жирные кислоты являются незаменимыми для человека?
3. Какую опасность представляет «диета без холестерина»?

**Задание 1.2.** Учебные фильмы: «Обмен липидов», «Регуляция синтеза жиров».

### **Контрольные вопросы**

1. Ферментативный распад и синтез липидов.
2. Окисление жирных кислот и биосинтез их в клетке.

3. Связь между обменом белков, углеводов и липидов. Обмен веществ как единая система процессов.

## **Занятие 16. Свойства нуклеотидов и нуклеиновых кислот**

*Цель занятия:* Формирование представления об особенностях состава и организации нуклеотидов и нуклеиновых кислот.

*Нуклеиновые кислоты* — это биополимеры, состоящие из мономерных звеньев — нуклеотидов. Каждый нуклеотид содержит три различных компонента: азотистое (пуриновое или пиримидиновое) основание, моносахарид пентозу (рибозу или дезоксирибозу), остаток фосфорной кислоты. *Нуклеозиды* — соединения, в которых пуриновые или пиримидиновые основания связаны с рибозой (рибонуклеозиды) или дезоксирибозой (дезоксирибонуклеозиды). Нуклеозиды относятся к N-гликозидам: атом С-1' рибозы или дезоксирибозы связан с N-9 пуринового или N-1 пиримидинового основания. Нуклеозиды лучше растворимы в воде, чем исходные азотистые основания. Их легко можно разделить и идентифицировать методом тонкослойной хроматографии. Они устойчивы к щелочам, но легко гидролизуются кислотами, а также ферментом нуклеозидазой.

*Нуклеотиды* представляют собой нуклеозиды с присоединенной эфирной связью к остатку рибозы или дезоксирибозы фосфатной группой. В образовании связи участвует 5'-углеродный атом пентозы. В зависимости от строения пентозы все нуклеотиды можно разделить на рибонуклеотиды и дезоксирибонуклеотиды. Нуклеотиды — сильные кислоты, так как остаток фосфорной кислоты, входящей в их состав, легко диссоциирует.

Уникальны биохимические функции нуклеотидов:

- 1) являются строительными блоками нуклеиновых кислот (ДНК и РНК); участвуют в молекулярных механизмах, с помощью которых генетическая информация хранится, реплицируется и транскрибируется;
- 2) выполняют важную роль в энергетическом (фосфорном) обмене, в аккумуляции и переносе энергии;
- 3) служат коферментами и активными простетическими группами в окислительно-восстановительных ферментах;

4) играют важную роль в синтезе олиго- и полисахаридов, жиров.

Нуклеотиды — универсальные биомолекулы, играющие важную роль в обмене веществ и энергии живой клетки.

**Задание 1.1.** Ответить на вопросы:

1. Приведите классификацию нуклеиновых кислот?
2. Охарактеризуйте комплементарность азотистых оснований.
3. Что называют свободными нуклеотидами? Какова их роль в клетке?

**Задание 1.2.** Учебные фильмы: «Виды нуклеиновых кислот», «Процессинг РНК», «Сплайсинг РНК», «Синтез АТФ».

### **Контрольные вопросы**

1. Строение нуклеиновых кислот. Виды связей в структуре ДНК.
2. Пуриновые и пиримидиновые основания. Углеводные компоненты.
3. Макроэргические соединения. Нуклеозидфосфаты, АТФ и другие макроэргические соединения.
4. Нуклеозиды и нуклеотиды.

## **Занятие 17. Сигнальные пути гормонов**

*Цель занятия:* Формирование представления о химическом составе, сигнальных путях и свойствах гормонов.

**Гормоны** — вещества органической природы, вырабатываемые в специализированных клетках желез внутренней секреции, поступающие в кровь и оказывающие регулирующее влияние на обмен веществ и физиологические функции.

Установлены специфические особенности биологического действия гормонов: а) гормоны проявляют свое биологическое действие в ничтожно малых концентрациях (от  $10^{-6}$  до  $10^{-12}$  М); б) гормональный эффект реализуется через белковые рецепторы и внутриклеточные вторичные посредники (мессенджеры); в) не являясь ни ферментами, ни коферментами, гормоны в то же время осуществляют свое действие путем увеличения скорости синтеза ферментов *de novo* или изменения скорости ферментативного катализа; г) действие гормонов в целостном организме определяется в известной степени контролирующим влиянием ЦНС; д) железы внутренней секреции и продуцируемые ими гормоны составляют

единую систему, тесно связанную при помощи механизмов прямой и обратной связей.

В настоящее время доказано, что действие осуществляется через так называемые *гормональные рецепторы* — химические структуры тканей-мишеней, содержащие высоко специфические участки (углеводные фрагменты гликопротеинов и ганглиозидов) для связывания гормонов. Результатом подобного связывания является инициация рецепторами специфических биохимических реакций, обеспечивающих реализацию конечного эффекта соответствующего гормона. Рецепторы гормонов белковой и пептидной природы расположены на наружной поверхности клетки (на плазматической мембране), а рецепторы гормонов стероидной природы — в ядре. Общим признаком всех рецепторов независимо от локализации является наличие строго пространственного и структурного соответствия между рецептором и соответствующим гормоном.

Общим фундаментальным механизмом, посредством которого реализуются биологические эффекты «вторичных» мессенджеров внутри клетки, является процесс фосфорилирования — дефосфорилирования белков. Процесс фосфорилирования представляет собой важнейшую посттрансляционную химическую модификацию белковых молекул, коренным образом изменяющую как их структуру, так и функции.

Наиболее изученным является аденилатциклазный путь передачи гормонального сигнала. В нем задействовано минимум пять хорошо изученных белков: 1) рецептор гормона; 2) фермент аденилатциклазы, выполняющая функцию синтеза циклического АМФ (цАМФ); 3) G-белок, осуществляющий связь между аденилатциклазой и рецептором; 4) цАМФ-зависимая протеинкиназа, катализирующая фосфорилирование внутриклеточных ферментов или белков-мишеней, соответственно изменяя их активность; 5) фосфодиэстераза, которая вызывает распад цАМФ и тем самым прекращает (обрывает) действие сигнала.

Главной и отличительной особенностью молекулярных механизмов действия двух основных классов гормонов является то, что действие пептидных гормонов реализуется в основном путем посттрансляционных (постсинтетических) модификаций белков в клетках, в то время как стероидные гормоны (а также тиреоидные

гормоны, ретиноиды, витамин D<sub>3</sub>-гормоны) выступают в качестве регуляторов экспрессии генов.

**Задание 1.1.** Ответить на вопросы:

1. Назовите специфические особенности биологического действия гормонов.
2. Что представляют собой гормональные рецепторы? Каковы особенности их локализации?
3. Назовите общие закономерности гормональной регуляции.
4. Охарактеризовать мембранный путь передачи гормонального сигнала в клетку.

**Задание 1.2.** Учебные фильмы: «Инсулин — зачем он нужен и как работает», «Сигнальный путь инсулина», «Передача гормонального сигнала через мембрану».

### **Контрольные вопросы**

1. Свойства и функции гормонов.
2. Механизм действия гормонов.
3. Химическая природа гормонов.

## **Занятие 18. Регулирующие свойства гормонов**

*Цель занятия:* Формирование представления о регулирующих свойствах гормонов.

К настоящему времени открыто более сотни различных веществ, наделенных гормональной активностью, синтезирующихся в железах внутренней секреции и регулирующих процессы обмена веществ. Существует три класса гормонов: пептиды, производные аминокислот и стероидные.

*Производные аминокислот* (в основном тирозина): адреналин, норадреналин, трийодтиронин (Т3), тироксин (Т4).

*Пептидные гормоны* (от 3 до 250 аминокислот): кортикотропин (АКТГ); гормон роста (соматотропин ГР); тиреотропин (ТТГ); пролактин (ЛТГ, лактогенный); лютропин (ЛГ, лютеинизирующий гормон); фолликулостимулирующий (ФСГ); меланоцитстимулирующий (МСГ); хорионический гонадотропин (ХГ); вазопрессин (антидиуретический гормон, АДГ); окситоцин; паратгормон (паратиреоидный, ПТГ); кальцитонин; инсулин, глюкагон.

*Стероиды:* альдостерон; кортизол; кальцитриол; тестостерон; эстрадиол; прогестерон.

*Эйкозаноиды* гормоны местного действия (производные арахидоновой кислоты): простагландины, тромбоксаны и лейкотриены.

Основные функции гормонов – это регуляция обмена веществ, контроль процессов роста и деления, координация большинства процессов в организме. В организме человека и млекопитающих функционируют эндокринные железы: гипоталамус, гипофиз, шишковидная железа, щитовидная железа, тимус, поджелудочная железа, надпочечники, яичники, семенники и др. Железа может выделять несколько различных гормонов, каждый из которых выполняет специфические функции (табл. 18.1).

Таблица 18.1

### Классификация гормонов по биологическим функциям

Регулируемые процессы	Гормоны
Обмен углеводов, липидов, аминокислот	Инсулин, глюкагон, адреналин, кортизол, тирозин, соматотропин
Водно-солевой обмен	Альдостерон, антидиуретический гормон (вазопрессин)
Обмен кальция и фосфатов	Парагормон, кальцитонин, кальцитриол
Репродуктивная функция	Эстрадиол, тестостерон, прогестерон, гонадотропные гормоны
Изменение метаболизма в клетках, синтезирующих гормоны	Эйкозаноиды, гистамин, секретин, гастрин, соматостатин, цитокины
Синтез и секреция гормонов эндокринных желез	Тропные гормоны гипофиза, либерины и статины гипоталамуса

**Задание 1.1.** Ответить на вопросы:

1. Что такое гормоны и прогормоны?
2. Как классифицируются гормоны?
3. Что из себя представляет иерархическая система гормональной регуляции?

**Задание 1.2.** Учебный фильм «Химия нашего тела. Гормоны».

### Контрольные вопросы

1. Охарактеризовать состав и роль гормонов поджелудочной железы.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Кононский, А.И. Биохимия животных. Учеб. пособие для ВУЗов /А.И. Кононский. — М.: Колос, — 1992. — 525с.

2. Зайцев, С.Ю. Биохимия животных. Фундаментальные и прикладные аспекты. Учебник для вузов /С.Ю. Зайцев, Ю.В. Конопатов. - С.-Пб.: Лань, - 2005. - 382 с. [20]

3. Горчаков, Э.В. Основы биологической химии [Электронный ресурс]: учебное пособие / Э.В. Горчаков [и др.]. — С.-Пб : Лань, 2019. — 208 с. — Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/112688>

### Вопросы для подготовки к экзамену

1. Биохимия как биологическая наука. Значение биохимии для биологии, медицины, сельского хозяйства и промышленности.
2. Краткая история исследований и открытий в биохимии.
3. Химический состав живой материи.
4. Специфическая структура и свойства биомолекул.
5. Функциональные группы биомолекул и их химические свойства.
6. Основные классы биомолекул в клетках.
7. Физико-химические свойства воды. Растворы.
8. Явления диффузии и осмоса. Осмотическое давление.
9. Полупроницаемые мембраны. Изотонический, гипотонический, гипертонический растворы и их действие на живую клетку.
10. Гипо- и гипертонические растворы, изотония. Понятие о физических растворах.
11. Водородные связи. Гидрофобные и гидрофильные вещества.
12. Метод титрования. Метод использования одноцветных индикаторов. Потенциометрический метод определения pH растворов.
13. Свойства буферных растворов. Важные биологические буферные системы.
14. Белки, их биологическая роль. Классификация белков.
15. Характеристика и свойства белков, структурная организация белков. Понятие о конформации, денатурации, ренатурации белка.
16. Физико-химические свойства белков.

17. Аминокислоты, их физико-химические свойства и классификация. Заменяемые и незаменимые аминокислоты.
18. Способы связи аминокислот в белке. Пептидные, дисульфидные, ионные, гидрофобные взаимодействия и водородные связи.
19. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белков.
20. Домены в структуре белка, их функциональная роль.
21. Методы изучения структуры белка.
22. Денатурация белков.
23. Методы выделения белков. Выделение индивидуальных белков.
24. Классификация и номенклатура ферментов.
25. Особенности ферментативного катализа.
26. Химическая природа ферментов, их функциональные группы.
27. Активный и аллостерический центры.
28. Коферменты, простетические группы.
29. Роль витаминов, металлов и других кофакторов в функционировании ферментов.
30. Основные представления о кинетике ферментативных процессов.
31. Специфичность действия ферментов.
32. Влияние различных факторов среды на ферментативные процессы (температура, концентрации водородных ионов и др.).
33. Влияние ингибиторов на ферментативную активность.
34. Общие представления о механизме ферментативного катализа.
35. Локализация ферментов в клетке.
36. Витамины и их биологическая роль.
37. Общая характеристика, классификация и номенклатура витаминов.
38. Понятие о авитаминозах, гиповитаминозах, гипervитаминозах, авитаминозах.
39. Водорастворимые витамины.
40. Жирорастворимые витамины.
41. Макроэргические соединения. Нуклеозидфосфаты, АТФ и другие макроэргические соединения.
42. Окислительное фосфорилирование. Окислительно-восстановительные процессы. Цепи переноса водорода и электронов (дыхательная цепь).



43. Трансмембранный потенциал ионов водорода как форма запаса-  
ния энергии.
44. Углеводы и их биологическая роль, классификация и номенкла-  
тура.
45. Структура, свойства моносахаридов и полисахаридов.
46. Взаимопревращения моносахаридов.
47. Анаэробный и аэробный распад углеводов. Гликолиз. Спирто-  
вое брожение.
48. Биосинтез полисахаридов. Гликонеогенез.
49. Цикл трикарбоновых кислот. Окислительное фосфорилирова-  
ние на уровне субстрата.
50. Энергетическая характеристика аэробной и анаэробной фазы  
углеводного обмена.
51. Липиды и их биологическая роль.
52. Классификация и номенклатура липидов.
53. Состав липидов, свойства и распространение в природе.
54. Основные представители триглицеридов, фосфолипидов, сте-  
ринов и восков.
55. Жирные кислоты, их классификация и номенклатура.
56. Ферментативный распад и синтез липидов.
57. Окисление жирных кислот, биосинтез жирных кислот.
58. Роль нуклеиновых кислот в формировании и свойствах живой  
материи.
59. Строение нуклеиновых кислот.
60. Пуриновые и пиримидиновые основания. Углеводные компо-  
ненты.
61. Гидролиз нуклеиновых кислот.
62. Свойства и функции гормонов.
63. Механизм действия гормонов.
64. Химическая природа гормонов.
65. Гормоны гипоталамуса и гипофиза.
66. Гормоны надпочечников.
67. Гормоны щитовидной и паращитовидной желез.
68. Гормоны половых желез. Желтое тело.
69. Гормоны поджелудочной железы и их функции.
70. Обмен веществ как единая система процессов. Связь между об-  
меном белков, углеводов и липидов.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие .....	3
Занятие 1. Растворы. Явления диффузии и осмоса. Осмотическое давление .....	4
Занятие 2. Свойства буферных растворов. Буфер- ная емкость биологических жидкостей .....	5
Занятие 3. Свойства аминокислот .....	6
Занятие 4. Методы выделения белков .....	7
Занятие 5. Методы изучения свойств белков .....	9
Занятие 6. Методы изучения активности фермен- тов .....	10
Занятие 7. Изучение ингибиторов и активаторов ферменты .....	11
Занятие 8. Витамины водорастворимые .....	13
Занятие 9. Витамины жирорастворимые .....	15
Занятие 10. Свойства углеводов-моносахаридов ..	16
Занятие 11. Свойства углеводов олигосахаридов ..	18
Занятие 12. Свойства углеводов полисахаридов ...	20
Занятие 13. Физические свойства липидов .....	21
Занятие 14. Физико-химические свойства жиров ..	23
Занятие 15. Метаболизм липидов .....	25
Занятие 16. Свойства нуклеотидов и нуклеиновых кислот .....	27
Занятие 17. Сигнальные пути гормонов .....	28
Занятие 18. Регулирующие свойства гормонов .....	30
Рекомендуемая литература .....	32
Вопросы к экзамену .....	32

Учебное издание

Гниломедова Лариса Павловна

## БИОХИМИЯ

Методические указания  
для выполнения лабораторных занятий

Отпечатано с готового оригинал-макета  
Подписано в печать 30.01.2020 Формат 60×84 1/16  
Усл. печ. л. 2,1 ; печ. л. 2,2.  
Тираж 25. Заказ № 482.

Редакционно-издательский отдел ФГБОУ ВО Самарского ГАУ  
446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2  
Тел.: 8 939 754 04 86, доб. 608  
E-mail: [ssaariz@mail.ru](mailto:ssaariz@mail.ru)



Министерство сельского хозяйства  
Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«Самарский государственный  
аграрный университет»  
Кафедра «Биоэкология и физиология  
сельскохозяйственных животных»

# ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

Методические указания  
для выполнения практических занятий

Кинель  
РИО СамГАУ  
2021

УДК 57 (07)  
ББК 28  
О – 13

О - 13 Общая биология: методические указания для выполнения практических занятий / сост. Л. П. Гниломедова. – Кинель : РИО СамГАУ, 2021. – 55 с.

Данное издание позволит обучающимся закрепить основные теоретические знания, излагаемые в процессе обучения на лекциях и сформировать на практических занятиях навыки вести дискуссию по социально-значимым проблемам биологии и экологии.

Издание предназначено для студентов очной формы обучения факультета Биотехнологии и ветеринарной медицины, обучающихся по направлению 06.03.01 «Биология».

© ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, 2021  
© Гниломедова Л.П., 2021

## Предисловие

В данном методическом указании содержатся разработки практических работ с теоретическим обоснованием их, список рекомендуемой литературы и источников информации, вопросы к экзаменам. Данное издание позволит студентам закрепить основные теоретические знания на практических занятиях.

*Цель дисциплины «Общая биология»* 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.

*Задачи дисциплины:*

- ♦ Изучение основных законов и концепций биологии;
- ♦ Изучение основных свойств живых систем;
- ♦ Знакомство с современными биологическими методами исследования;
- ♦ Освоение биологических терминов, понятий и определений;
- ♦ Приобретение новых знаний по научным проблемам биологии;
- ♦ Знакомство со стратегией сохранения биоразнообразия и охраны природы.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций: - использовать экологическую грамотность и базовые знания биологии в жизненных ситуациях; - прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности, нести ответственность за свои решения; - способность и готовность вести дискуссию по социально-значимым проблемам биологии и экологии.

## Занятие 1. Методология биологических исследований

*Цель занятия:* Знакомство с понятиями: наука, научные методы, методологическая основа современной биологии.

**НАУКА** — это обобщенные знания о закономерностях строения и функционирования природных явлений (объектов).

**НАУКА** — это способ и стиль мышления, специфический язык и термины. Каждая наука имеет свой *предмет* исследования, *задачи* и *методы* познания.

Цели науки - описание, объяснение и предсказание процессов, и управление действительностью.

**БИОЛОГИЯ** (от греч. *bios* – жизнь, *logos* — наука) - наука о закономерностях существования и развития живых систем.

Объектом изучения в биологии являются *живые системы* (клетка, организмы, экосистемы и другие уровни организации).

Предметом изучения – их строение, функции, развитие, происхождение и взаимоотношение со средой существования.

*Методологическую основу* современной биологии и экологии составляет системно-комплексный и эволюционно-исторический подходы.

Биологические дисциплины определяются спецификой объекта, методами или задачами:

- многообразие видов (*зоология, ботаника, микология, ихтиология, орнитология, энтомология, антропология*),
- источники и факты эволюции органического мира (*палеонтология, сравнительная анатомия, эмбриология*),
- закономерности организации живых систем, распространение и взаимодействие с окружающей средой (*экология*),
- закономерности индивидуального развития (*эмбриология*),
- принципы функционирования и организации живых систем (*физиология*),
- особенности химического состава организмов (*биохимия, молекулярная биология*),
- специфические среды обитания организмов (*гидробиология*),
- особенности поведения и взаимоотношений организмов (*этология, зоопсихология*)
- специальные методы исследования – *биофизика, биометрия, биохимия*;

- определенные практические задачи – *агробиология, природопользование и охрана природы, бионика, селекция, т.д.*

Методология — учение о методах, способах, приемах познания, обучения, воспитания, преобразования действительности, о методах организации деятельности.

Метод (от греч. *methodos* исследование) — способ исследования явлений, планомерный путь научного познания, приемы получения информации.

- Эмпирические методы в науке: наблюдение, описание, измерение, эксперимент, сравнение и др.
- Теоретические приемы работы с информацией: формализация, моделирование, прогнозы, гипотезы и др.
- Общенаучные приемы: анализ, синтез, индукция и дедукция, аналогия, классификация и систематизация, абстрагирование, прогнозирование и т.д.

В науке полученная информация имеет широкие обобщения - гипотезы, теории, законы, концепции. Они составляют основу современной биологии.

**Задание 1.1.** Вопросы для обсуждения. Ответы обоснуйте.

1. Какие формы деятельности определяются как научные исследования?
2. Какое значение для человека имеют научные знания?
3. Может ли современный человек успешно осуществлять свою деятельность без овладения научными знаниями?
4. Должны ли ученые нести ответственность за последствия своих открытий и изобретений.
5. Можно ли назвать научным наблюдением, которое ведут за жильцами дома сидящие на скамейке старушки?

**Задание 1.2.** Учебный фильм "100 великих открытий биологии".

**Задание 1.3.** Доклад «Перспективные направления и достижения биологических исследований: Нобелевская премия по физиологии или медицине»

1. История создания фонда Нобелевской премии по физиологии и медицине.

### **Контрольные вопросы:**

1. Дайте определение понятиям: наука, метод, гипотеза, теория, концепция, модель, эксперимент.
2. Перечислить научные методы.



3. Назовите важнейшие этапы в становлении биологии как науки.
4. Чем гипотеза отличается от теории, концепции или закона?

## **Занятие 2. Перспективные направления биологических исследований**

*Цель занятия:* Формулирование основных концепций в современной биологии. Знакомство с основными направлениями прикладной биологии.

### **Основные концепции в современной биологии:**

- Определение жизни и критерии живого.
- Происхождение жизни и эволюция органического мира.
- Воспроизведение жизни – закономерности наследования и изменчивости.
- Концепция биосферы и ноосферы.
- Концепция происхождения и эволюции человека.
- Концепция поведения и сознания.

**БИОТЕХНОЛОГИЯ** (от греч. *bios* – жизнь + *techne* - ремесло, мастерство) совокупность знаний и технологических приемов осуществляемых с использованием живых организмов и их компонентов; приоритетное научно-техническое направление в прогрессе человечества.

Биотехнология основывается на новейших достижениях генетики, молекулярной биологии, биохимии, эмбриологии и клеточной биологии, а также прикладных дисциплинах. В настоящее время основными направлениями в биотехнологии являются: биоинженерия, биомедицина, наномедицина, бионика, биофармакология, биоремедиация, клонирование, генная инженерия.

*Биоинженерия* — это применение методов биологии (а так же физики, химии, математики и информатики) для решения актуальных проблем с использованием аналитических и синтетических методологий инженерного дела. Биоинженерия используется для защиты поверхности почвы, укрепление склонов, защита водных потоков и береговых линий, ветрозащита, воздвижение растительных барьеров (включая шумовые барьеры и заслоняющие экраны), а также экологические улучшения.

*Биомедицина* - раздел медицины, изучающий с теоретических позиций организм человека, его строение и функцию в норме и патологии, патологические состояния, методы их диагностики, коррекции и лечения.

*Наномедицина* - исправление, конструирование и контроль над биологическими системами человека на молекулярном уровне, используя наноустройства и наноструктуры

*Биофармакология* - это конвергенция биотехнологии и фармакологии, раздел фармакологии, который изучает физиологические эффекты, производимые веществами биологического и биотехнологического происхождения.

*Бионика* - прикладная наука о применении в технических устройствах и системах принципов организации, свойств, функций и структур живой природы. Бионика — это соединение биологии и техники.

*Биоремедиация* - комплекс методов очистки вод, грунтов и атмосферы с использованием метаболического потенциала биологических объектов: растений, грибов, насекомых, червей и других организмов.

*Клонирование* - получение нескольких идентичных копий наследственных молекул (молекулярное клонирование). - биотехнологические методы, используемые для искусственного получения клонов организмов, клеток или молекул. Группа генетически идентичных организмов или клеток — клон.

*Генная инженерия* - совокупность приёмов, методов и технологий получения рекомбинантных РНК и ДНК, выделения генов из организма (клеток), осуществления манипуляций с генами и введения их в другие организмы.

*Трансгенный организм* — живой организм, в геном которого искусственно введен ген, который не может быть приобретен при естественном скрещивании. Первоначально под трансгенными организмами подразумевались любые организмы, в геном которых были при помощи методов генной инженерии введены отсутствующие там гены, однако в настоящее время организмы, в геном которых были введены гены организмов, одного с ними вида или видов, с которыми они скрещиваются в естественных условиях называются цисгенными (введен ген с «собственными» регуляторными участками) либо интрагенными (введен ген с регуляторными участками других генов).

**Задание 2.1.** Учебный фильм «Генная терапия».

**Задание 2.2.** Вопросы для обсуждения. Ответы обоснуйте.

1. Назовите 10 величайших открытий и технических изобретений последнего столетия изменивших жизнь человечества.
2. Назовите 10 величайших открытий в биологии и медицине 20-21-х. веков изменивших жизнь человечества.
3. Какие из этих открытий и изобретений можно отнести к биотехнологиям?

**Задание 2.3.** Доклады «Перспективные направления и достижения биологических исследований: Нобелевская премия по физиологии или медицине»:

1. Премия 1945 г. — Флеминг А., Чейн Э., Флори Х. – За открытие пенициллина.
2. Премия 1952 г. — Ваксман З. – За открытие стрептомицина
3. Премия 2012 г. — За работы в области биологии развития и получения индуцированных стволовых клеток

### **Контрольные вопросы**

1. Назвать основные концепции в современной биологии.
2. Приведите примеры практического применения биологических достижений и открытий в науке.
3. Какие направления в биотехнологии призваны решать проблемы восстановления и сохранения природы?
4. Какие науки внесли наибольший вклад в развитие биотехнологий?

## **Занятие 3. Методы изучения клетки**

*Цель работы:* Знакомство со специальными методами в биологии по изучению клетки.

Всеобъемлющим современным подходом к изучению клеток является системно-структурный подход

Клетка - структурно-функциональная единица живого, элементарная живая система. Клеточное строение организмов связано с изобретением микроскопа. Галилей Галилео в 1624 г. сконструирован первый микроскоп в виде зрительной трубы с короткофокусными линзами в объективе и окуляре.

Усовершенствовав микроскопы английский естествоиспытатель Роберт Гук сообщил о существовании клетки.

Антони Левенгук описал растительную клетку (1665), микроорганизмы и сперматозоиды (1673—1677). До конца 19 в. изучались только мертвые клетки после фиксации и окрашивания. Лишь в 20 в. появились технические возможности изучения тонкого строения клеточных структур и функционирования живых клеток.

К современным методам изучения структуры и функционирования клетки относят:

- микрокопирование;
- гистохимические методы;
- культивирование *in vitro*;
- цитофотометрия;
- авторадиография;
- центрифугирование дифференциальное.

**Микроскопия** - позволяет наблюдать мелкие объекты. Увеличение достигается системой линз объектива и окуляра.

**Микроскоп** - это оптический прибор, позволяющий получить обратное изображение изучаемого объекта и рассмотреть мелкие детали его строения, размеры которых лежат за пределами разрешающей способности глаза. Невооруженный человеческий глаз имеет разрешающую способность около 1/10 мм или 100 мкм. Лучший световой микроскоп примерно в 500 раз улучшает возможность человеческого глаза, т. е. его разрешающая способность составляет около 0,2 мкм или 200 нм.

**Гистохимические методы** - позволяют установить локализацию определенного вещества и биохимические процессы в тканевых или клеточных структурах. О локализации исследуемого вещества судят по отложению окрашенного продукта реакции.

**Иммуногистохимия** - основана на специфическом взаимодействии меченых антител (АТ) с антигенами (АГ). АТ метят флюорохромами или электронноплотными частицами.

**Клеточные и тканевые культуры** - метод применяется для исследования изолированных живых клеток вне организма (*in vitro*). *Питательная среда* для культивирования клеток содержит аминокислоты, факторы роста, витамины и пр. на буферном растворе.

**Цитофотометрия** - позволяет количественно определить различные вещества и их локализацию в клетке по характеристическому поглощению веществами света определенного спектра. Цитофотометрию проводят в ультрафиолетовом, видимом, инфракрасном, рентгеновском диапазонах. Чувствительность метода –  $10^{-12}$  г, что на несколько порядков выше чувствительности микроскопических методов.

**Метод меченых атомов** - метод позволяет судить о биохимических превращениях в клетке, тканях, организме. Чтобы проследить превращение вещества, в него вводят радиоактивную метку, т.е. заменяют один из атомов соответствующим радиоактивным изотопом –  $^3\text{H}$ ,  $^{32}\text{P}$ ,  $^{14}\text{C}$ .

**Центрифугирование дифференцированное** - основан на том, что различные клеточные структуры отличаются плотностью, размерами и массой. При очень быстром вращении в ультрацентрифуге органеллы выпадают в осадок из раствора, распределяясь слоями в соответствии со своей плотностью. Более плотные компоненты клеток осаждаются при более низких скоростях центрифугирования, а менее плотные – при более высоких скоростях. Слои разделяют.

**Задание 3.1.** Учебный фильм «Микроскоп под микроскопом»

**Задание 3.2.** Вопросы для обсуждения. Ответы обоснуйте.

1. В чем сходство и отличие методов хроматографии и электрофореза?
2. Какие открытия в клеточном строении были сделаны за последние 100 лет?

**Задание 3.3.** Доклады «Перспективные направления и достижения биологических исследований: Нобелевская премия по физиологии или медицине»:

1. Премия 1979 г. - За разработку компьютерной томографии. 2003 г. - За изобретение метода магнитно-резонансной томографии.
2. Премия 2002 г. - За открытия в области генетического регулирования развития органов и механизмов апоптоза.

### **Контрольные вопросы**

1. Назвать современные направления в исследовании клетки.
2. Перечислить современные биохимические методы изучения клеток.
3. Какой метод позволил изучить строение мембраны?

4. Какой метод позволяет исследовать метаболические пути в клетке?

## Занятие 4. Техника микроскопирования

*Цель работы:* Знакомство со специальными техниками микроскопирования.

Человеческий глаз в состоянии различить два объекта, если угловое расстояние между ними составляет не менее  $37 \times 10^{-4}$  рад или 0,1 мм.

*Разрешающая способность прибора* — возможность отобразить раздельно два мелких объекта максимально близко расположенных. Разрешающая способность микроскопа пропорциональна длине волны света (рис.1). Наименьший объект который можно рассмотреть в световой микроскоп д.б. не менее 200 нм в диаметре (половина длины волны фиолетового света).



Рис.1. Разрешающие возможности микроскопирования

В 1931 г. Эрнст Руска совместно с М. Кноллем сконструировал самый первый электронный микроскоп с разрешающей способностью в 100 ангстрем, который использовался при исследовании металлов, вирусов, белковых молекул и других биологических структур. С 1946 г. электронный микроскоп получил широкое применение в биологии.

Генрих Рорер — швейцарский физик создал первый сканирующий туннелирующий микроскоп (СТМ). СТМ позволяет измерять детали размером 0,1 ангстрем ( $10^{-10}$  м), или одну десятую диаметра атома водорода. Теперь СТМ применяется для исследования вирусов, рецепторной структуры иммунных клеток, неорганических и органических веществ. Достоинство этого метода в том, что создается эффект трехмерности.

Специальные типы микроскопирования (табл. 4.1) позволяют изучать как живые, так и фиксированные клетки и их структуры.

Таблица 4.1

Специальные виды микроскопирования

Световая микроскопия (ув. до 8000 раз; разрешение 0,2мкм)	Электронная микроскопия (ув. до 100 000раз; разрешение 0,1нм)
Специальные типы микроскопирования	
Фазово-контрастная	Просвечивающая электронная микроскопия
Поляризационная	Сканирующая электронная микроскопия
Интерференционная	Рентгеновская микроскопия
Люминесцентная	Компьютерная томография

**Фазово-контрастная микроскопия** — позволяет изучать живые и неокрашенные объекты. При прохождении света через окрашенные объекты изменяется амплитуда световой волны, а при прохождении света через неокрашенные – фаза световой волны, что и используется для получения высококонтрастного изображения в фазово-контрастной и интерференционной микроскопии.

**Поляризационная микроскопия** — позволяет формировать изображения окрашенных анизотропных структур (например, коллагеновых волокон и миофибрилл).

**Интерференционная микроскопия** — объединяет принципы поляризационной и фазово-контрастной микроскопии; применяется для получения контрастного изображения неокрашенных объектов. Специальная интерференционная оптика (оптика Номарского) применяется в микроскопах с дифференциальным интерференционным контрастом.

**Люминесцентная микроскопия** — применяется для наблюдения флюоресцирующих (люминесцирующих) объектов. В люминесцентной микроскопе свет от мощного источника проходит через два фильтра. Один фильтр задерживает свет перед образцом и пропускает свет длины, возбуждающей флюоресценцию образца. Другой фильтр пропускает свет длины волны, излучаемой флюоресцирующим объектом. Таким образом, флюоресцирующие объекты поглощают свет одной длины и излучают в другой области спектра. *Флюоресцирующие красители* (флюоресцеин, ромадан,

др.) избирательно связываются со специфическими макромолекулами, что позволяет выявлять локализацию их.

**Электронная микроскопия** — вместо света используется пучок электронов, у которых длина волны меньше и, следовательно, выше разрешающая способность (приблизительно в 500 раз). Первый микроскоп изобретен в 1933г. Теоретически разрешение просвечивающего ЭМ составляет 0,002 нм, на практике 0,5 нм.

**Просвечивающий (трансмиссионный) электронный микроскоп** — состоит из колонны, через которую в вакууме проходит пучок электронов. Электроны фокусируются магнитами и проходят через специально подготовленный ультратонкий образец. Характер рассеивания электронов зависит от плотности образца, что выявляется на флюоресцирующем экране и регистрируется на фотопластинке.

**Сканирующий электронный микроскоп** - позволяет получить трехмерное изображение поверхности исследуемого объекта.

**Задание 4.1.** Учебный фильм «Самый мощный электронный микроскоп в мире».

**Задание 4.2.** Вопросы для обсуждения. Ответы обоснуйте.

1. Чем обусловлены возможности выявленных клеточных структур с помощью микроскопа?
2. Какие преимущества имеют известные методы микроскопирования?

**Задание 4.3.** Доклады «Перспективные направления и достижения биологических исследований: Нобелевская премия по физиологии или медицине»

1. Премия 1908 — За труды Мечникова И.И., Эрлиха П. – по иммунитету. 1919 г. — за открытие Борде Ж. механизмов регуляции иммунитета.
2. Премия 1930г. — За открытие групп крови.

### **Контрольные вопросы**

1. Назовите современные методы микроскопирования.
2. Какие специальные виды микроскопирования позволяют изучать живые клетки?
3. Что такое разрешающая способность оптического прибора? От чего она зависит?
4. Назовите клеточные структуры, которые открыты и изучены с помощью электронного микроскопа.



## Занятие 5. Приемы отбора образцов для биологических исследований

*Цель работы:* Знакомство с техникой подготовки образцов для микроскопирования.

Биологические объекты можно исследовать как живыми, так и фиксированные. Для световой микроскопии цитологические препараты можно приготовить *временные* и *постоянные*.

Приготовление постоянных препаратов для световой микроскопии процедура длительная и многоступенчатая: фиксация материала, обезвоживание, просветление, заливка, изготовление срезов, окрашивание, заключение в специальные среды.

Разрешающая способность светового микроскопа ограничена длиной световой волны. В электронном микроскопе используется пучок электронов. Длина волны электронов зависит от напряжения, что увеличивает разрешение примерно в 500 раз по сравнению со световым микроскопом. Лимитирующим фактором в достижении большого увеличения стало не усиление разрешающей способности микроскопа, а методы подготовки материала для исследования (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Различия в подготовке материала для микроскопов

Обработка материала	Для светового микроскопа	Для электронного микроскопа
фиксация	формалин, спиртовые фиксаторы, ацеталкоголь, фиксатор Карнуа	глутаральдегид или смесь глутаральдегида и осмиевой кислоты ( $OsO_4$ )
обезвоживание	ряд растворов этанола или пропанола	
заливка	парафин	смола (эпон, аралдит)
приготовление срезов	стальной нож используемые на микротоме изготавливают срезы в несколько микрон	алмазные или стеклянные ножи на ультрамикротоме изготавливают срезы толщиной 100-200 нм
окрашивание	цветные красители (отражающие видимый свет)	тяжелые металлы (соединения осмия, урана, свинца) отражают электроны

Временные препараты для световой микроскопии можно приготовить сравнительно быстро и обычно используются для предварительных исследований. Подготовка материала для временных препаратов включает фиксацию и окраску.

*Фиксация* – это процесс быстрой консервации клеточных структур, при котором все физиолого-биохимические процессы останавливаются, а водорастворимые вещества переходят в нерастворимое состояние. При фиксации в клетках могут появляться артефакты – новые структуры, которые отсутствуют в живой клетке, например, разнообразные вакуоли.

Часто используемые *фиксаторы*: формалин, спиртовые фиксаторы, ацеталкоголь, Фиксатор Карнуа.

*Формалин* (формальдегид, или муравьиный альдегид): применяется в виде водных растворов с концентрацией 4...10%. *Спиртовые фиксаторы*: содержат этиловый или метиловый спирт. *Укусенный алкоголь (ацеталкоголь)*. *Фиксатор Карнуа*: универсальный фиксатор, который обеспечивает быструю фиксацию (в течение 1...2 часов).

*Окрашивание* позволяет выявлять внутриклеточные структуры, обладающие повышенным сродством к определенным красителям. Красители – это относительно низкомолекулярные органические вещества, обладающие повышенным сродством к определенным химическим компонентам клетки. Различают основные (щелочные), кислотные и нейтральные красители.

*Основные красители* избирательно окрашивают базофильные клеточные структуры (то есть структуры с кислотными свойствами). *Кислотные красители* избирательно окрашивают ацидофильные или оксифильные клеточные структуры (то есть структуры со щелочными свойствами). *Нейтральные красители* окрашивают и базофильные, и ацидофильные структуры. Красители для фиксированных клеток могут использоваться в чистом виде (водные или спиртовые растворы, концентрация от 0,1% до 1%), например: эозин, фуксин. Часто используют смеси красителей, например, смесь Романовского-Гимза (содержит метилен-азур, метиленовый фиолетовый, метиленовый синий и эозин), азур-эозин, метилблау-эозин.

### **Методика приготовления временных препаратов**

- Предметное стекло держа за боковые грани положить на стол.
- Положить в центр стекла объект исследования (тонкие волокна ваты).
- Нанести на препарат 1-2 капли или красителя.

- Положить покровное стекло сверху на предметное стекло (рис.2).
- Препарат готов. Положить его на предметный столик микроскопа. Можно рассмотреть и зарисовать увиденное.

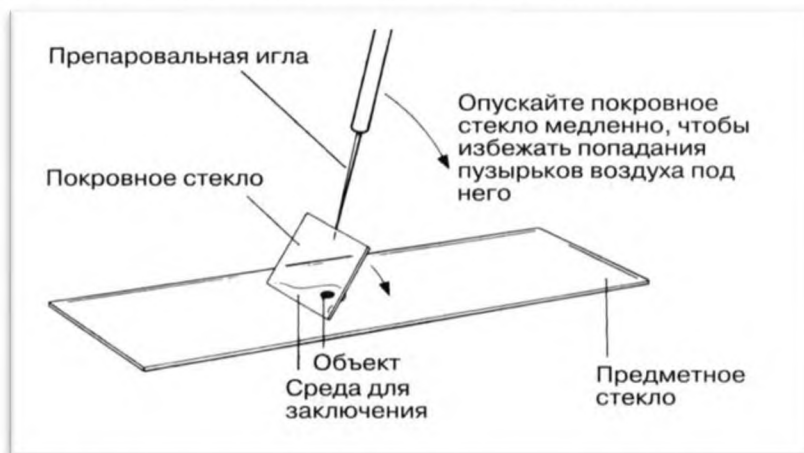


Рис.2. Приготовление микропрепарата. Накрывание объекта покровным стеклом.

Важный этап исследовательской работы документирование (зарисовка) результатов для использования в дальнейшем. Однако в последнее время чаще фотографируют полученное изображение, что исключает субъективный фактор.

**Задание 5.1.** Учебный фильм «Наномир. Сканирующий туннельный микроскоп».

**Задание 5.2.** Доклады «Перспективные направления и достижения биологических исследований: Нобелевская премия по физиологии или медицине»

1. Премия 1965 г. – За открытие генетического контроля синтеза ферментов и вирусов.
2. Премия 2009 г. - За открытие механизмов защиты хромосом теломерами и фермента теломеразы.

### Контрольные вопросы

1. Какие виды препаратов позволяют изучать живые клетки?

2. Как разрешающая способность оптического прибора влияет на специфику подготовки препаратов для микроскопирования?
3. Назовите различия в подготовке временных и постоянных препаратов для микроскопирования.

## **Занятие 6. Методы исследования организмов**

Цель работы: Знакомство с основными методами исследования организмов.

В биологии используются как общенаучные методы, так и специальные приемы, обусловленные особенностями объекта исследования и целями, стоящими перед учеными.

Сравнительно-морфологический метод – сравнение общих планов строения органов, их соотношение с другими органами, связь строения с функцией, определение гомологичных и аналогичных органов, рудиментарных органов и атавизмов (лат. *atavus* – предок).

Эмбриологический метод – изучение эмбриогенеза выявляет черты структурного сходства, очевидные на эмбриональных личиночных стадиях, но отсутствующие у взрослых особей. Эмбриогенез растений показывает эволюцию различных групп: чередование поколений в жизненных циклах

Генетический метод – проводит анализ цитогенетических особенностей видов, виды и распространение мутаций, их характер и значение в эволюции. Виды различаются числом, размером и формой хромосом. Степень генетических различий между видами определяется путем оценки изменений последовательности нуклеотидов в генах или последовательности аминокислот в белках. Результаты сравнения позволяют судить о близости организмов и о связи изменчивости последовательности со скоростью эволюции. Электрофоретические исследования позволяют выявить электрофоретическое сходство белков и на основе этих данных также определить генетические расстояния между видами.

Биохимический метод – позволяет сравнивать состав НК, белков и др. биомолекул, так подтверждаются выводы систематики о филогенезе таксонов. Данные о филогении белков совпадают с

филогенетическим древом ископаемых останков (на примере цитохрома С, это белок дыхательной цепи в митохондриях).

Иммунологический метод – методы, базирующиеся на специфическом взаимодействии антигенов и антител. Широко применяются для лабораторных анализов видовой принадлежности белка, достоверного определения групп крови, нарушений гормонального фона, тканевых и опухолевых антигенов, распознавания аллергии и аутоиммунных процессов, и др.

Палеонтологический метод – изучение ископаемых организмов, выявление переходных форм, восстановление филогенетических рядов и последовательности исчезнувших форм. Предполагают, что в ходе эволюции вымерло около 200 000 видов животных. В более глубоких слоях Земли обнаруживаются остатки более древних форм жизни, тогда как в поверхностных слоях находят остатки более поздних форм. Палеонтологический материал дает также основания судить о темпах и направлениях эволюции.

Биогеографический метод – сравнивает флору и фауну континентов в различные эпохи, определяет особенности и направления развития в современных условиях. В биогеографии различают шесть биогеографических областей. Каждая из этих областей характеризуется специфическими обитателями (растениями и животными), называемыми эндемиками, под которыми понимают организмы видов, родов и таксонов, ограниченных в своем распространении определенными территориями. Географические закономерности, характерные для фауны, присущи и флоре этих биогеографических областей.

Одно из основных положений биогеографии заключается в том, что каждый вид растений и животных возникал только однажды и только в одном месте (центре происхождения), откуда он расселялся до тех пор, пока не встречал какую-нибудь преграду, например, географическую, климатическую, пищевую и т. д. Особенности географического распространения животных и растений являются отражением специфики эволюции каждого вида.

Экологический метод – изучает условия существования и совершенство адаптаций к ним, процессы возникновения и развития приспособлений. Изменчивость создает возможности для гибкого приспособления («маневрирования») организмов к меняющимся условиям, при этом виды не теряют основные характеристики.

**Задание 6.1.** Учебный фильм «Форма Жизни- Истоки».

**Задание 6.2.** Вопросы для обсуждения. Ответы обоснуйте.

1. Какие современные биологические методы изучения организмов позволили по новому рассматривать ход эволюции?
2. Какие возможности для исследователя даст генетический анализ? Что называют генетическим профилем?

**Задание 6.3.** Доклады «Перспективные направления и достижения биологических исследований: Нобелевская премия по физиологии или медицине»

1. Премия 2010 г. — За технологию искусственного оплодотворения *in vitro*
2. Премия 1980 г. — За открытия, касающиеся генетически определённых структур на клеточной поверхности, регулирующих иммунные реакции
3. Премия 1990 г. — За открытия, касающиеся трансплантации органов и клеток при лечении болезней.

### **Контрольные вопросы**

1. Назовите общенаучные методы исследования применяемые в биологии.
2. Какие специальные методы позволяют изучать эволюцию организмов?
3. Что такое биогеографические области? От чего зависит разнообразие фауны и флоры географических зон?

## **Занятие 7. Ткани растений и животных**

*Цель работы:* Знать и уметь характеризовать ткани животных и растений.

**ТКАНИ** — это фило- и онтогенетически сложившаяся система клеточных дифферонов и их неклеточных производных, функции и регенераторная способность которой определяется гистогенетическими свойствами ведущего клеточного дифферона.

А.А. Заварзин и Н.Г. Хлопин заложили основы учения об эволюционной и онтогенетической детерминации тканей: ткани образуются в связи с основными функциями, обеспечивающими существование многоклеточного организма во внешней среде.

**Детерминация** — это процесс определения пути, направления, программы развития материала эмбриональных зачатков с образованием специализированных тканей.

Совокупность клеточных форм, составляющих линию дифференцировки, называют **диффероном** или гистогенетическим рядом:

*тотипотентные* (зигота, споры растений/грибов) =>

*плюрипотентные* (эмбриональные стволовые клетки) =>

*мультипотентные* (стволовые клетки, клетки-предшественники)

*олигопотентные* (только 1 тип клеток).

**Задание 7.1.** Вопросы для обсуждения. Ответы обоснуйте.

1. Охарактеризовать растительные ткани: назвать типы тканей; указать местонахождение (в органах или тканях растения); описать особенности строения клеток и межклеточного вещества (клетка – живая или мертвая; стенка клетки – тонкая или толстая, особенности строения органелл); охарактеризовать специфические функции тканей в органе или организме растения.

2. Охарактеризовать ткани животного организма: назвать типы тканей; указать местонахождение (в органах животного); описать особенности строения клеток и межклеточного вещества; охарактеризовать специфические функции тканей в организме.

**Задание 7.2.** Доклады «Перспективные направления и достижения биологических исследований: Нобелевская премия по физиологии или медицине».

1. Премия 1904 г. – Павлов И.П. - За труды по физиологии пищеварения.

2. Премия 2005 г. — За работы по изучению влияния бактерии *Helicobacter pylori* на возникновение гастрита и язвы желудка, двенадцатиперстной кишки.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие клетки и ткани придают механическую прочность растениям?

2. Назовите основные группы клеток соединительной ткани и что составляет основу их классификации?

3. Из каких компонентов состоит нервная ткань?

## **Занятие 8. Классификации организмов – естественные и искусственные**

*Цель работы:* Знакомство с основными определениями и понятиями: классификация, искусственные и научные классификации; используемые методы в классификации.

Классификация как научный метод — прием разделения всех изучаемых предметов на отдельные группы в соответствии с каким-либо важным для исследователя признаком.

Существует два типа классификаций – искусственная и естественная. Искусственные системы (условные или утилитарные) в классификации организмов основывается на одном или нескольких легко выявляемых признаках. Например, растения подразделяют на культурные и дикорастущие, съедобные и ядовитые, лекарственные и кормовые и т. д. Животных подразделяют на домашних и диких, на вредителей полей, садов и огородов, на паразитов человека и животных, на переносчиков возбудителей болезней человека и животных и т. д. Такие классификации создаются и применяются для решения специальных задач и удобны в использовании.

Попытки описывать и группировать организмы предпринимались человеком во все исторические эпохи. В V тыс. до н. э. в Шумере, древнейший центр цивилизации Месопотамия, высокого уровня развития достигла астрономия, химия, математика. Животных делили на 5 групп: рыбы, членистоногие, змеи, птицы и четвероногие. В III тыс. до н. э. древние индусы пользовались десятичной системой счета и знали не менее 760 видов лекарственных растений..

Первые попытки классификации организмов принадлежат античным ученым, так Аристотель (384-322 гг. до н. э.) считал, что общее количество видов растений и животных составляет всего лишь несколько сотен. Всех животных Аристотель делил на животных с кровью (энайма) и без крови (анайма). Первые соответствуют позвоночным, вторые — беспозвоночным. Энайма делятся на живородящих и яйцеживородящих (птицы, яйцекладущие четвероногие, змеи и рыбы), а анайма подразделяются на животных с совершенными яйцами (головоногие, ракообразные), с яйцами особого рода (насекомые, пауки, скорпионы). Аристотель и его



ученик Теофраст (370-285 гг. до н. э.) подразделяли растения на травы, кустарники и деревья, а животных на ряд групп в зависимости от того, где они живут — водные, земные, воздушные. Теофраста описал 400 видов растений, его считают *отцом ботаники*. Плиний Старший описал 155 видов животных, не известных Аристотелю, дал экологическую классификацию их разделив на наземных, водных и воздушных.

По современным оценкам нашу планету населяет около 8-10 млн видов организмов из пяти царств, животных — от 1,5-2млн, растений около 500тыс видов. Но среди животных  $\frac{3}{4}$  видов приходится на долю членистоногих. Позвоночные составляют менее 4% видов, из них половина приходится на виды рыб. Из 3500 видов млекопитающих 2500 относятся к грызунам. В царстве растений около 150 тыс видов покрытосеменных, водорослей — 14 тыс., мхов — 15 тыс. Изучение такого многообразия организмов не возможно без их систематизации и классификации.

Классификация как универсальная методика обеспечивает развитие науки. Для классификации организмов используют ряд методов: описательный, сравнительно-морфологический, палеонтологический, цитогенетический, биогеографический, биохимический, кариологический и др.

В биоэкологических исследованиях могут использовать различные *морфо-экологические классификации* жизненных форм животных и растений. Знание жизненных форм помогает определить специфику биогеоценоза, его структуру и своеобразие условий жизни в нем. Жизненные формы могут быть индикатором условий. Например, В.В. Яхонтов (1969) в морфо-экологической классификации жизненных форм насекомых выделяет:

1. Геобионты — обитатели почвы.
2. Эпигеобионты (*эпи*-над, *сверх*) — обитатели более или менее открытых участков почвы.
3. Герпетобионты (герпето- пресмыкающийся) — живущие среди органических остатков поверхности почвы, под опавшей листвой.
4. Хортобионты — обитатели травяного покрова.
5. Тамнобионты (*тамнос*- кустарник) и дендробионты — обитатели кустарников и деревьев.
6. Ксилобионты — обитатели древесины.
7. Гидробионты — водные насекомые.

Тогда как морфо-экологическая классификация жизненных форм животных по Д.Н. Кашкарову (1945) определяет следующие группы:

1. Плавающие формы — чисто водные (нектон, планктон, бентос) и полуводные (ныряющие, неныряющие, добывающие пищу из воды).
2. Роющие формы — абсолютные землеройки и относительные землеройки.
3. Наземные формы — не делающие нор (бегающие, прыгающие, ползающие), делающие норы, животные скал.
4. Древесные лазающие формы.
5. Воздушные формы.

В экологических группах растений по отношению к составу почвы различают: 1) *олиготрофные* растения, довольствующиеся малым количеством зольных элементов (сосна обыкновенная); 2) *эвтрофные* растения, нуждающиеся в большом количестве зольных элементов (дуб); 3) *мезотрофные* растения, требующие умеренного количества зольных элементов (ель обыкновенная). *Нитрофилы*-растения, предпочитающие почвы, богатые азотом (крапива двудомная). *Галофиты*-растения засоленных почв (солерос, сарсазан, кокпек). Некоторые виды растений приурочены к разным субстратам: *петрофиты* растут на каменистых почвах, а *псаммофиты* заселяют сыпучие пески.

В настоящее время признается относительность любых классификаций. Выдающийся фитоэколог Роберт Уиттекер отмечал, что «любая классификация оправдывается не своими теоретически построениями, а ее полезностью». Отсюда, нет идеальных классификаций, все они по своему важны и значимы.

**Задание 8.1.** Вопросы для обсуждения. Ответы обоснуйте.

1. Что вы понимаете под искусственными системами, когда их стали использовать? Почему утилитарные классификации широко используются?
2. Какие известные методы используют в классификации и систематике организмов?

**Задание 8.2.** Доклады «Перспективные направления и достижения биологических исследований: Нобелевская премия по физиологии или медицине»

1. Премия 2011 г. — За работы по изучению активации врожденного иммунитета.

2. Премия 2013 г. — За открытия в области механизмов регуляции межклеточных взаимодействий.

### **Контрольные вопросы:**

1. Что называют искусственными системами в классификации? Привести примеры
2. Сформулируйте принципы классификации организмов.
3. Назовите методы и приемы используемые в искусственных и естественных классификациях организмов.

## **Занятие 9. Систематика и таксономия организмов**

*Цель работы:* Знакомство с систематикой как научной классификацией организмов. Изучение иерархических принципов организации систематики.

Наука о классификации организмов называется *систематикой*. В систематике выделяются дисциплины: таксономию, филогенетику, номенклатуру. Как указывал Ч. Дарвин «Всякая истинная классификация есть генеалогическая».

Шведский натуралист Карл Линней (1707-1778) в труде «Система природы» (1735) предложил классификацию организмов, основанную на сходстве строения по принципу иерархии, или подчиненности, а за наименьшую систематическую единицу принял ВИД. Основы линнеевской систематики сохранились до настоящего времени.

**СИСТЕМАТИКА** — наука описывающая виды, классифицирует их по сложности организации с учетом эволюционного происхождения и степени родства. Современная концепция в систематике является динамической. Она основана не только на использовании названных выше свойств, но и на учете географического распространения, экологических потребностей, генетических механизмов, репродуктивной изоляции классифицируемых организмов. Иерархическая система систематических групп упорядочивает разнообразие, делая органический мир доступным для обозрения, изучения и использования.

**ТАКСОНОМИЯ** — теория научной классификации организмов, формирует *таксоны* (группы), выстраивает «систему орга-

низмов» по принципу иерархичности. Таксоны могут также формироваться путем разделения на инфратаксоны или *трибы*, или путем объединения таксонов в *когорты*. Наиболее естественной группой организмов является *вид*. В современной систематике ВИДЫ (лат. *Species*) объединяются в роды (лат. *genus*), РОДЫ в семейства (лат. *familia*), СЕМЕЙСТВА в отряды (лат. *ordo*), ОТРЯДЫ в классы (лат. *classis*), КЛАССЫ в типы (лат. *typos*), ТИПЫ в ЦАРСТВА (лат. *regnum*).

Следует различать понятия о систематических (таксономических) единицах и таксономических категориях. *Таксономическая категория* обозначает ранг группы (например, вид, род, семейство и т. д.). *Таксономическая единица* — это конкретная, реально существующая группа определенного ранга (например, вид — лютик ползучий (*Ranunculus repens* L.), род — лютик (*Ranunculus* L.), семейство лютиковые (*Ranunculaceae* Juss).

**НОМЕНКЛАТУРА** — совокупность научных названий таксонов. Названия таксонам даются на латинском языке и имеют синонимы на других языках, кроме того виды могут иметь тривиальные (исторические, народные, бытовые) названия возникшие в различные исторические времена — например класс Рептилий могут называть *пресмыкающиеся*, *гады*.

В Систематике используется бинарная номенклатура (двойное название) видов: Воробей полевой (*Passer montanus* L.), Кошка домашняя (*Felis domestica*), где первое слово означает род (по латыни пишется с заглавной буквы) и второе слово — видовое название, затем может стоять сокращенное имя автора, давшего это название: L. — Линней К.

**ФИЛОГЕНЕТИКА** - устанавливает родство между организмами и таксонами на основе эволюционного происхождения.

*Естественная классификация* может быть *филогенетической* или *фенотипической* в зависимости от критерия, положенного в ее основу. Чаще используют филогенетическую классификацию, поскольку она отражает эволюционные связи, в основе которых лежат происхождение организмов и наследование ими определенных признаков.

Принадлежность организмов к тем или иным систематическим группам свидетельствует о том, что большинство промежуточных форм, существовавших в прошлом, вымерло. Если бы виды всех существовавших в прошлом организмов жили до настоя-

шего времени, то классифицировать живой мир на таксономические группы было бы невозможно.

**Фенотипическая** классификация основывается на современных данных о морфологическом, цитологическом и биохимическом сходстве между организмами. Эта классификация может отражать эволюционные связи, но строится она на иной основе. Родословное древо в этом случае называется **дендрограммой**.

**Задание 9.1.** Вопросы для обсуждения. Ответы обоснуйте.

1. Почему в классификации организмов много спорных вопросов?
2. Что понимают под естественными системами и какова их роль в классификации организмов?
3. Какие научные методы, используют в систематике. Какие из них являются главными?

**Задание 9.2.** Доклады «Перспективные направления и достижения биологических исследований: Нобелевская премия по физиологии или медицине»

1. Премия 1973 г. — Лоренц, Тинберг, Фриш — За открытия, связанные с созданием и установлением моделей индивидуального и группового поведения животных.
2. Премия 2017 г. — За открытие и исследование молекулярных механизмов, управляющих циркадными ритмами.

### **Контрольные вопросы**

1. Дайте определение систематике и назовите ее основные разделы.
2. Назовите основные таксоны используемые в систематике.
3. Дать определение вида. Назвать критерии вида. Описать структуру вида.

## **Занятие 10. Правила номенклатуры видов**

*Цель работы:* Знакомство и освоение приемов идентификации организмов с использованием диагностических (определятельных) таблиц.

**Определительные (диагностические) таблицы** значительно облегчают биологу идентификацию организмов. Для определения, используют легко различимые морфологические признаки, такие,

как форма, окраска, число конечностей, сегментов и т.д., а затем сравнивают их с диагностическими признаками отдельных таксонов. Следовательно, определение является фенотипическим, так как при этом целиком полагаются на внешний вид (фенотип) организма. Несмотря на это, большинство диагностических таблиц позволяет определить принадлежность организма к определенному таксону, который является частью естественной филогенетической иерархической классификации.

Существует несколько различных типов диагностических таблиц, самой простой из которых являются дихотомические таблицы. Эти таблицы состоят из пронумерованных (1, 2, 3 и т.д.) парных утверждений (*теза* и *антитеза*), образующих ступень. Каждая ступень представляет отдельный признак. Парные утверждения каждой ступени должны быть противоположными или взаимоисключающими. По мере рассмотрения их по порядку большая группа организмов может постепенно распадаться на все меньшие группы, пока не удастся определить принадлежность неизвестного организма по возможности к самой нижней таксономической группе.

В диагностических (определятельных) таблицах должны приводиться легко различимые морфологические признаки. Они могут быть *качественными*, например форма брюшка (у насекомого) и окраска, или *количественными*, например число волосков и длина стебля. Для определения можно использовать любые признаки, но они при этом должны быть постоянными и не изменяться под влиянием окружающей среды. Поэтому размеры и окраска часто являются плохими показателями, так как они могут изменяться под влиянием окружающей среды, при смене сезонов, с возрастом или в зависимости от состояния организма в момент определения. Выбранные для определения характерные признаки должны по возможности встречаться в двух или более различных формах.

После каждого утверждения стоит число, отсылающее к той ступени, которую необходимо рассмотреть. Если утверждение, содержащееся на данной ступени, находится в соответствии с внешним видом организма, то стоящее после него число указывает номер той ступени, которую необходимо рассмотреть следующей.

Пример работы с диагностическими (определятельными) таблицами:

Группа В. Насекомые прячутся днем в щели стен, полов, кухонную мебель, а при массовом размножении — в корешки книг, платяные шкафы

#### Определительная таблица видов

1 (6) Потребованные насекомые стремительно разбегаются или передвигаются прыжками

2 (5) насекомые имеют бегательные конечности и стремительно разбегаются

2 (3) Длина тела не более 13 мм. Надкрылья прикрывают брюшко у самцов и самок. Буровато-рыжего цвета с двумя темными полосами на переднеспинке. Рис. 3...**Рыжий таракан** (*Blattella germanica* L.)

3 (2) Длина тела более 13 мм. Надкрылья не достигают первого брюшного сегмента у самок. Черного цвета, блестящее, как будто лакированное. Рис. 3 **Чёрный таракан** (*Blatta orientalis* L.)

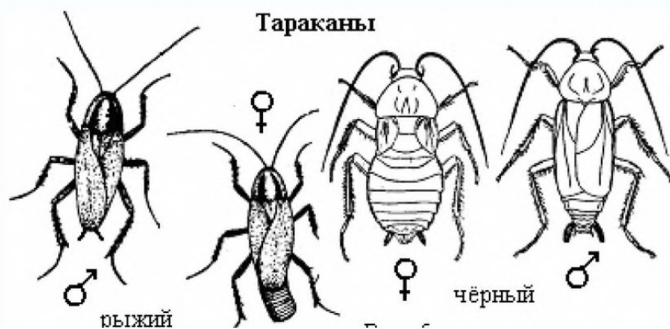


Рис. 3. Тараканы — внешний вид самца и самки

5 (2) Насекомые имеют задние прыгательные ноги и передвигаются короткими прыжками .....**Домовой сверчок** (*Grillus domesticus* L.)

**Задание 10.1.** Работа с определительными (диагностическими) таблицами.

1. Использую «Атлас — определитель беспозвоночных» составить таблицу (по образцу 10.1) теза/антитеза для определения видового названия представителя отряда Двукрылых *Diptera*, сем. Комары *Culicida* (например Комар-пискун).

2. Использую «Атлас — определитель высших растений» составить таблицу теза/антитеза для определения видового названия растений (на примере Земляника обыкновенная).

Таблица 10.1

Диагностическая таблица для определения Земляники

№	теза/антитеза	теза/антиза сле- дующего уровня	номер ступени
1	Деревья или кустарники Травянистые растения		
2	Водное растение Сухопутное растение		
3	Листья .....		
4...10	Цветки ..... и т.д.		

**Задание 10.2.** Доклады «Перспективные направления и достижения биологических исследований: Нобелевская премия по физиологии или медицине»

1. Премия 1965 г. — Жакоб и др. — За открытие генетического контроля синтеза ферментов и вирусов.
2. Премия 1968 г. — За расшифровку генетического кода и его роли в синтезе белков.

### Контрольные вопросы

1. Назовите правила бинарной номенклатуры систематики видов.
2. Как определительные таблицы используются для идентификации организмов?
3. Что такое теза и антитеза?

## Занятие 11. Биология вирусов

*Цель работы:* Знать биологию и уметь давать характеристику вирусам.

**Вирусы** — это паразитические *нуклеопротеидные комплексы*. Наиболее простые вирусы имеют в своем составе только одну молекулу нуклеиновой кислоты (ДНК или РНК, никогда вместе) и оболочку из молекул белка.

В 1852 г. русский ботаник Д. И. Ивановский впервые получил инфекционный экстракт из растений табака, пораженных мозаичной болезнью. В 1898 г. голландец Бейеринк придумал новое слово «вирус» (*лат.* яд), чтобы обозначить инфекционную природу профильтрованных растительных жидкостей.



Вирусы - это мельчайшие живые организмы, размеры которых варьируют в пределах от 20 до 300 нм; в среднем они в пятьдесят раз меньше бактерий. Их нельзя увидеть с помощью светового микроскопа, и они проходят через фильтры, не пропускающие бактерий.

Вирусы обладают следующими свойствами:

- Это мельчайшие живые организмы.
- Они не имеют клеточного строения. Вирусы устроены очень просто.
- Вирусы высокоспецифичны в отношении своих хозяев. Каждый тип вируса способен распознавать и инфицировать лишь определенные типы клеток.
- Вирусы способны воспроизводиться, лишь проникнув в живую клетку. Все они — *облигатные эндопаразиты* (вирусы могут жить, лишь паразитируя внутри других клеток). Большинство из них вызывает болезни.

Для более полного представления о вирусах необходимо знать их происхождение в процессе эволюции. Существует предположение, что вирусы — это генетический материал, некогда «сбежавший» из прокариотических и эукариотических клеток и сохранивший способность к воспроизведению при возвращении в клеточное окружение. Вне клетки вирусы находятся в совершенно инертном состоянии, однако они обладают набором инструкций (генетическим кодом), необходимых для проникновения в клетку и подчинения ее на производство новых вирусных копий. Предполагают, что в процессе эволюции вирусы появились позже клеток.

Строение вирусов очень простое. Они состоят из следующих структур: *сердцевина* — генетического материала, представленного либо ДНК, либо РНК. При этом вирусные нуклеиновые кислоты (ДНК или РНК) может быть одноцепочечными или двухцепочечными;

*нуклеокапсид* — сложной структуры, образованной сердцевиной и капсидом;

*капсид* — защитной белковой оболочки, окружающей сердцевину. Общая форма капсида отличается высокой степенью симметрии, обуславливая способность вирусов к кристаллизации. Это дает возможность исследовать их как методом рентгеновской кристаллографии, так и с помощью электронной микроскопии. Как

только в клетке-хозяине образуются субъединицы вируса, они сразу же могут путем самосборки объединиться в полную вирусную частицу;

**капсомеры** — идентичных повторяющихся субъединиц, из которых часто бывают построены капсиды;

**оболочка** — у некоторых вирусов, таких как ВИЧ и вирусы гриппа, имеется дополнительный липопротеиновый слой, происходящий из плазматической мембраны клетки-хозяина.

*Разновидности вирусов:*

- ДНК-содержащие — содержат одну или две нити ДНК линейной или кольцевой формы (гепатит, герпес, оспа, аденовирусы).
- РНК-содержащие — содержат одну или две нити РНК линейной формы (энтеровирусы, вирус табачной мозаики, ретровирусы=онковирусы, ВИЧ, вирусы раневых опухолей растений, полимиелит, грипп, бешенство).
- Вирин — покоящаяся стадия вируса.
- Вироиды — короткие одноцепочечные молекулы РНК, лишённые капсида (возбудитель раннего старческого слабоумия).
- Бактериофаги (фаги) — вирусы, поражающие бактерии. Наиболее простое строение имеет фаг М13 — используется в генной инженерии в качестве вектора.

### Типы вирусных инфекций

- *Литическая инфекция*: новые вирусные частицы покидают клетку одновременно, при этом клетка-хозяин разрывается и погибает.
- *Персистентная инфекция* (стойкая): новые вирусные частицы покидают клетку-хозяина постепенно, при этом клетка продолжает жить и производить новые вирусы.
- *Латентная инфекция* (скрытая): вирусы воспроизводятся в клетке, но не покидают её, а переходят в новые клетки при делении поражённых.

### Строение и жизненный цикл ретровируса на примере ВИЧ

СПИД вызывается *вирусом иммунодефицита человека* (ВИЧ). Впервые сообщение о СПИДе (синдром приобретенного иммунодефицита человека) появилось в США в 1981 г.

ВИЧ относится к группе вирусов, получивших название *ретровирусов* - название, отражающее следующую особенность этого вируса. Геном ВИЧ состоит из двух молекул однонитевой РНК

[онРНК (ssRNA)], каждая молекула содержит 9200 н.о. Вирус имеет двуслойный капсид и окружен белоксодержащей мембраной. Обычно перенос генетической информации идет в направлении ДНК=> РНК, т. е. информация, закодированная в определенном отрезке ДНК (гене) транскрибируется, т. е. считывается, с образованием соответствующей РНК. У ретровирусов наследуемым генетическим материалом служит РНК и происходит *обратная транскрипция*, т. е. генетическая информация считывается в обратном направлении: от РНК к ДНК. Фермент, участвующий в обратной транскрипции, называется *обратной транскриптазой*. Он широко используется в генетической инженерии.

**Задание 11.1.** Учебный фильм «Репликация ВИЧ».

**Задание 11.2.** Вопросы для обсуждения. Ответы обоснуйте.

1. Что понимают под ретровирусами и каковы особенности их структуры и жизненного цикла?
2. Доступны ли вирусы для классификации? Как классифицируют вирусы?
3. Какова роль вирусов в качестве экспериментальных моделей в молекулярной биологии?
4. Сформулировать гипотезу о происхождении вирусов?
5. Реально ли допущение влияния вирусов на эволюцию организмов, в которых они паразитируют?

**Задание 11.3.** Доклады «Перспективные направления и достижения биологических исследований: Нобелевская премия по физиологии или медицине»

1. Премии 1966 г. – Роус Ф. – За открытие онковирусов.
2. Премия 1975 г. — За открытия, касающиеся взаимодействия между онкогенными вирусами и генетическим материалом клетки.

### **Контрольные вопросы**

1. Как организованы вирусы? Что понимают под ретровирусами?
2. Назовите наиболее известные вирусы человека и болезни, вызываемые этими вирусами.
3. Какова роль вирусов в качестве экспериментальных моделей в молекулярной биологии.

## **Занятие 12. Биология прокариотов (*PROCARYOTA*)**

*Цель работы:* Знать основные характерные признаки прокариотические клетки. Уметь выявлять отличительные свойства прокариотов.

В надцарстве Доядерные организмы (*Procaryote*) выделяют одно царство — царство дробянок (*Mychota*), которое делится на подцарства Архебактерии (*Archaeobacteria*, или *Archaeobacteriobionta*), Настоящие бактерии (*Bacteria*, или *Bacteriobionta*) и Окси-фотобактерии (*Oxyphotobacteria*, или *Oxyphotobacteriobionta* — цианобактерии и хлороксибактерии).

Прокариоты в основном одноклеточные организмы, встречаются и колониальные формы. У них нет ядерной мембраны и организованного ядра. Генетический материал у прокариотов представлен молекулой ДНК, находящейся в ядерной (центральной) зоне. Размножаются прокариоты путем простого деления, хотя у некоторых из них отмечается наличие аналога полового процесса в виде конъюгации. Прокариоты — древнейшая группа клеточных организмов, появившихся примерно 3,5 млрд. лет назад. Однако строение этих одноклеточных организмов нельзя назвать простым или примитивным.

Архебактерии являются древнейшими прокариотами. Возможно, что они были самыми первыми организмами на Земле. Подцарство Архебактерии (*Archaeobacteria*) представлено метаногенными, галофильными и серозависимыми бактериями. Известно около 50 видов архебактерий.

Подцарство Настоящие бактерии (*Bacteria*). Бактерии являются обитателями практически всех экологических ниш.

У некоторых бактерий над клеточной стенкой образуются капсулы или слизистые слои — это слизистые или клейкие выделения некоторых бактерий; такие выделения хорошо видны после негативного контрастирования (когда окрашивают не препарат, а фон). Клеточная стенка придает клетке определенную форму и жесткость. По строению клеточной стенки бактерий можно разделить на две группы. Одни *окрашиваются по Граму*, поэтому их называют *грамположительными*, а другие обесцвечиваются при отмывке красителя, и поэтому их называют *грамотрицательными*. В клеточной стенке есть особая жесткая решетка, состоящая из муреина, сеть из полисахаридных цепей, сшитых друг с другом короткими цепями пептидов. У грамотрицательных бактерий, у *Escherichia coli* или у *Azotobacter*, клеточная стенка гораздо тоньше, но устроена она сложнее. Муреиновый слой у этих бактерий снаружи покрыт мягким и гладким слоем липидов. Это защищает

их от лизоцима. Лизоцим обнаружен в слюне, слезах и других биологических жидкостях, а также в белке куриного яйца.

*Жгутики* у бактерий состоят из белка *флагеллина* (похожего на мышечный актин), которые расположены по спирали. Несмотря на волнистую форму жгутиков, они довольно жестки.

На клеточной стенке некоторых грамотрицательных бактерий видны тонкие выросты (палочковидные белковые выступы), которые называются *пили* или *фимбрии*. Они придавая специфическую «липкость» тем штаммам, которые ими обладают. У некоторых бактерий плазматическая мембрана впячивается внутрь клетки и образует мезосомы и(или) фотосинтетические мембраны. *Мезосомы* — складчатые мембранные структуры, на поверхности которых находятся ферменты, участвующие в процессе дыхания. У фотосинтезирующих бактерий в впячиваниях плазматической мембраны находятся фотосинтетические пигменты (в том числе бактериохлорофилл). Сходные мембранные образования участвуют и в фиксации азота.

*ДНК* бактерий представлена одиночными кольцевыми молекулами длиной около 1 мм. В среднем такая ДНК содержит несколько тысяч генов, что примерно в 500 раз меньше, чем в клетке человека.

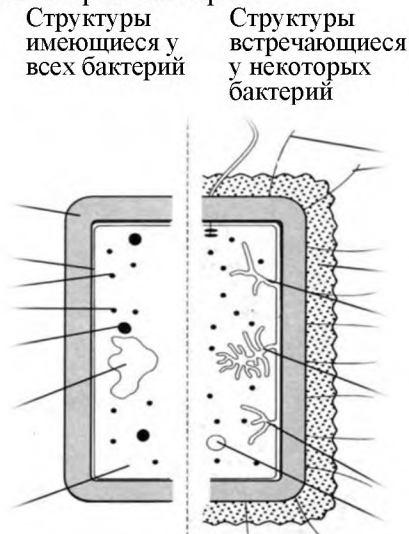
Некоторые бактерии (в основном принадлежащие к роду *Clostridium* или *Bacillus*) образуют *эндоспоры* т. е. споры, находящиеся внутри клетки. Эндоспоры — толстостенные долгоживущие образования, крайне устойчивые к нагреванию и коротковолновому излучению. Они по-разному располагаются внутри клетки, что служит очень важным признаком для идентификации и систематики таких бактерий. Если покоящаяся, устойчивая структура образуется из целой клетки, то она называется *цистой*. Цисты образуют некоторые виды *Azotobacter*.

*Плазмиды и эписомы* — это небольшие фрагменты ДНК, отличающейся от основной массы ДНК. Они часто реплицируются вместе с ДНК хозяина, но не нужны для выживания его клетки.

Плазмиды придают своим клеткам-хозяевам целый ряд особых свойств. Некоторые плазмиды являются «факторами резистентности» (R-плазмиды, или R-факторы), т. е. факторами, придающими устойчивость к антибиотикам. Плазмидные гены определяют устойчивость к дезинфицирующим средствам; способствуют таким заболеваниям, как стафилококковая импетиго; помо-

гают молочнокислым бактериям превращать молоко в сыр; придают способность усваивать такие сложные вещества, как углеводороды, что можно использовать для борьбы с загрязнениями океана или для получения кормового белка из нефти.

**Задание 12.1.** Изучить строение бактериальной клетки по схеме. На рисунке 4 проставить из списка номер структуры имеющиеся у всех прокариотов и отдельно указать структуры встречающиеся у некоторых бактерий.



1	Клеточная стенка
2	Капсула
3	Жгутики
4	Пили
5	Цитоплазма
6	Кольцевая ДНК
7	Плазмиды
8	70-S рибосомы
9	Плазматическая мембрана
10	Мезосома
11	Мембрана для фиксации азота
12	Плазмиды
13	Запасные питательные вещества

Рис.4. Схема структурной организации прокариотических клеток

**Задание 12.2.** Заполнить таблицу 12.1.

Таблица 12.1

Значение прокариотов в природе и для человека		
№	группа прокариотов	Значение (роль) в природе и для человека
1	Метаногенные бактерии	
2	Галобактерии	
.....		
10		

**Задание 12.3.** Учебный фильм «Микробиология. Единство организмов», «Микробиология. Обмен веществ», «Власть микробов».

### **Контрольные вопросы**

1. Клетки каких организмов обладают способностью фиксировать азот? Какие особые способы питания (обмена веществ) присущи только прокариотам?
2. Что такое плазмиды и эписомы? Какую роль они выполняют? Как эти особенности используются в биотехнологиях?
3. Какие особенности состава и строения клеточной стенки у прокариот? Какое строение имеет клеточная мембрана у бактерий? Какие функции она выполняет?

## **Занятие 13. Биология клетки эукариотов (*EUCARYOTA*)**

*Цель работы:* Знать и уметь распознавать эукариотические клетки и дать их морфофизиологическую характеристику. Уметь находить основные компоненты клетки (ядро, цитоплазму и оболочку) под световым микроскопом и на электронограмме.

В природе не существует некой типичной эукариотической клетки. Но все эукариотические клетки существенно отличаются от прокариотических клеток. Использование электронной микроскопии и других методов позволило установить чрезвычайное разнообразие в структуре клеток. В частности, был установлен мембранный принцип строения внутриклеточных структур и компонентов клетки. Строение клеток животных и растений характеризуется принципиальным сходством, но форма, размеры и масса их чрезвычайно разнообразны. А в организме человека насчитывают более 200 типов разных клеток.

**Задание 13.1.** Учебные фильмы «Клеточный цикл», «Митоз», «Мейоз».

**Задание 13.2.** Изучение электронограммы животных клеток.

Рассмотрите электронограмму животной клетки и найдите:

- кариоплазму (масса различной плотности, лишенная мембранных структур);
- ядерную мембрану (обратите внимание на двух-слойность мембраны и наличие в ней пор);

- эндоплазматическую сеть (упорядоченное, почти параллельное расположение мембран в цитоплазме);
- рибосомы (черные точки, связанные с мембранами эндоплазматической сети);
- митохондрии (овальные тельца, образованные замкнутой двойной мембраной, с отходящими от внутренней мембраны кристами);
- пластинчатый комплекс (неупорядоченная сеть канальцев и цистерн разной величины).

Изучив строение клетки на электронограмме, зарисуйте часть ее, отметив перечисленные выше органоиды клетки.

**Задание 13.3.** Вопросы для обсуждения. Ответы обоснуйте.

1. Сформулируйте основные положения клеточной теории. Как Вы считаете, какова роль этой теории в биологии?
2. Почему клетку определяют в качестве элементарной единицы жизни и в чем заключаются доказательства того, что клетка действительно является элементарной единицей жизни? Что представляют собой межклеточные структуры?
3. Назовите принципиальные различия между клетками-прокариотами и клетками-эукариотами. Является ли одноклеточность признаком прокариот?
4. Назовите и охарактеризуйте компоненты мембранной системы клеток животных. Есть ли мембранная система в клетках растений?
5. Что собой представляет цитозоль? Есть ли у клеток скелет? Как организован цитоскелет и каковы его компоненты?
6. Каковы структура и роль клеточного ядра? Есть ли различия между ядрами клеток животных и клеток растений?

### **Контрольные вопросы**

1. Назовите современные методы микроскопирования.
2. Какие специальные виды микроскопирования позволяют изучать живые клетки?
3. Что такое разрешающая способность оптического прибора? От чего она зависит?
4. Назовите клеточные структуры открытые и изученные с помощью электронного микроскопа?.



## Занятие 14. Закономерности наследования

*Цель работы:* Решение задач по генетике. Научиться прогнозировать проявление нормальных и патологических признаков в потомстве на основании законов Менделя и форм взаимодействия генов.

Наследственность и изменчивость — это важнейшие свойства живого и совместно с размножением определяют бесконечное продолжение жизни, ее непрерывность на всех уровнях организации живого.

Уникальность жизни в генетическом смысле заключается в том, что нуклеиновые кислоты через половые клетки обеспечивают химическую связь между поколениями. Из всех органических молекул способностью к саморепродукции обладают только нуклеиновые кислоты. Между тем, находясь в клетках, они контролируют их структуру и свойства (активность). Противоположным свойством наследственности является изменчивость. Результатом изменчивости является образование новых вариантов организмов, непрерывность разнообразия жизни. Главным методом изучения наследственности организмов является классический генетический (гибридологический) анализ. Основы этого метода были разработаны Г. Менделем, позволившие ему сформулировать основные законы наследования (табл. 14.1).

Таблица 14.1

Основные законы наследования

Название	Автор	Формулировка
Правило единообразия первого поколения гибридов (первый закон)	Мендель, 1865 г.	При моногибридном скрещивании у гибридов первого поколения проявляются только доминантные признаки — $F_1$ фенотипически единообразно
Закон расщепления (второй закон)	Мендель, 1865 г.	При самоопылении гибридов первого поколения в потомстве происходит расщепление признаков в отношении 3:1 — образуются две фенотипические группы — доминантная и рецессивная

Закон независимого наследования признаков (третий закон)	Г. Мендель	При скрещивании двух гомозиготных особей, отличающихся друг от друга по двум и более парам альтернативных признаков, гены и соответствующие им признаки наследуются независимо друг от друга и комбинируются во всех возможных сочетаниях. При дигибридном скрещивании двух дигетерозигот (особей $F_1$ ) между собой, во втором поколении гибридов ( $F_2$ ) будет наблюдаться расщепление признаков по фенотипу в соотношении 9:3:3:1.
Гипотеза чистоты гамет	Мендель, 1865 г.	Находящиеся в каждом организме пары альтернативных признаков не смешиваются и при образовании гамет по одному от каждой пары переходят в них в чистом виде
Закон сцепленного наследования	Томас Морган, 1911 г.	Сцепленные гены, локализованные в одной хромосоме, наследуются вместе и не обнаруживают независимого распределения
Закон гомологических рядов	Н. И. Вавилов, 1935 г.	Генетически близкие виды и роды характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости

### **Хромосомная теория наследственности (Т. Морган)**

- ✓ Хромосомы с локализованными в них генами - основные материальные носители наследственности.
- ✓ Гены находятся в хромосомах и в пределах одной хромосомы образуют одну группу сцепления.
- ✓ Число групп сцепления равно гаплоидному числу хромосом.
- ✓ В хромосоме гены расположены линейно.
- ✓ В мейозе между гомологичными хромосомами может произойти кроссинговер), частота которого пропорциональна расстоянию между генами.

**Задание 14.1.** Решить задачи по генетике.

#### ***Этапы решения задач:***

- запись генотипов и фенотипов родителей,
- запись возможных типов гамет у каждого родителя,
- запись возможных типов зигот.

- подсчет соотношения генотипов и фенотипов потомства.

**Задача 1.** У крупного рогатого скота комолость (отсутствие рогов) доминирует над рогатостью. Какое потомство можно ожидать от скрещивания комолого быка с рогатыми коровами, если известно, что в прошлом одна из этих коров принесла от этого быка рогатого теленка?

**Задача 2.** У человека карий цвет глаз (В) доминирует над голубым (в); а) гомозиготный кареглазый мужчина женился на голубоглазой женщине. Какой цвет глаз будут иметь их дети? б) гетерозиготная кареглазая женщина вышла замуж за гетерозиготного кареглазого мужчину. Может ли ребенок от этого брака быть голубоглазым?

**Задача 3.** У человека ген полидактилии (шестипалости) (Р) является доминантным по отношению к гену (р), детерминирующему нормальное строение кисти: а) от брака гетерозиготного шестипалого мужчины с женщиной с нормальным строением родились два ребенка, — пятипалый и шестипалый. Определите генотип детей; б) гомозиготный шестипалый мужчина женился на пятипалой женщине. От этого брака родился один ребенок. Определите его генотип и фенотип.

**Задача 4.** Множественный аллелизм проявляется в увеличении числа аллельных генов контролирующих один признак. Так, например в системе АВО группы крови контролируются тремя аллелями: 1 гр.- ОО; 2 гр.- АА, АО; 3 гр. – ВВ, ВО; 4 гр.- АВ , что меняет представление генотипов в потомстве по сравнению с менделевским.

Какие группы крови будут наблюдаться в потомстве женщины с I группой крови и мужчины с IV группой крови: а) I; б) II; в) III; г) IV; д) все перечисленные?

**Задача 5.** Определение генотипа родителей по фенотипу потомков:

При скрещивании норок коричневого и голубовато-серого цвета получен приплод, все особи которого имели коричневую окраску. При скрещивании зверьков F<sub>1</sub>-го поколения получен приплод, в котором 167 норок имели коричневый цвет, а 58 — голубовато-серый: а) ген какой окраски является доминантным? б) относится ли этот признак (окраска меха норки) к менделирующим?

**Задание 13.2.** Учебный фильм «Жизнь внутри клетки. Целый мир внутри нас!», «Как передаются гены»

**Задание 13.3.** Доклады «Перспективные направления и достижения биологических исследований: Нобелевская премия по физиологии или медицине».

1. Премия 2016 г. — За открытие механизмов аутофагии.
2. Премия 2018 — За открытие противораковой терапии.

### **Контрольные вопросы**

1. Дайте определение наследственности и объясните, каким образом наследственность определяет непрерывность жизни?
2. Является ли изменчивость свойством (критерием) живого?
3. Какие формы изменчивости вы знаете?

## **Занятие 15. Решение биологических задач**

*Цель работы:* Формирование навыков решения задач по генетике популяций и молекулярной биологии.

Генетически популяция (как живая система и единица эволюции) характеризуется генофондом — совокупностью генов популяции. Закон Харди – Вайнберга определяет, что частота генов (генотипов) в популяции есть величина постоянная и не изменяется из поколения в поколение.

Частота генов в популяции выражается  $p + g = 1$ .

Равновесие генных частот описывается формулой 1.

$$p^2 + 2pg + g^2 = 1 \quad (1)$$

где  $p^2$  — частота доминантных гомозигот (AA);  $2pg$  — частота гетерозигот (Aa);  $g^2$  — частота рецессивных гомозигот (aa).

**Задача 1.** В популяции озерной лягушки появилось потомство — 1680 лягушат с темными пятнами (доминантный признак) и 320 лягушат со светлыми пятнами. Определите частоту встречаемости доминантного и рецессивного генов пятнистости и число гетерозигот среди лягушат с темными пятнами.

Пример решения задачи:

1)  $1680 + 320 = 2000$  особей в популяции

2)  $g^2 = 320/2000$  — частота встречаемости гомозигот по рецессиву

$$g^2 = 0,16; g = \sqrt{0,16} = 0,4$$

3)  $p = 1 - g = 1 - 0,4 = 0,6$  — частота встречаемости доминантного гена.

4)  $2pg = 2 \cdot 0,6 \cdot 0,4 = 0,48 = 48\%$  — из 1680 гетерозигот.

**Задача 2.** Наследование сцепленное с полом.

Почему кошки бывают черепаховой окраски, а коты – нет?

$X^B$ - черная окраска $X^b$ – рыжая $X^B X^b$ – черепаховая окр.	У кошек черепаховый цвет (трехцветная окраска) сцеплен с полом (ген локализован в X-хромосоме)
Возможны: ♀ - кошка	$X^B X^B$ - черная; $X^B X^b$ - черепаховая; $X^b X^b$ - рыжая
Возможны: ♂ - кот	$X^B Y$ - черный $X^b Y$ - рыжий

Определить соотношения фенотипов и генотипов котят от рыжего кота и черепаховой кошки.

**Задача 3.** Задачи по молекулярной биологии

Одина цепь ДНК, выделенная из бактерии, имеет последовательность оснований: 5' ГТАГЦЦТАЦЦАТАГГ 3'. С этой ДНК транскрибируется мРНК, причем матрицей служит комплементарная цепь. Какова будет последовательность нуклеотидов мРНК? Сколько аминокислот кодирует этот участок мРНК?

**Задача 4.** Исследование одного из видов РНК показали, что в её молекуле на долю гуанина приходится 34%, а на долю цитозина 18% всех азотистых оснований. Сколько (в%) гуанина содержится в той части молекулы ДНК, на участке которой в процессе транскрипции образовалась эта РНК?

**Задача 5.** В состав одной цепочки ДНК входит 120 тиминового нуклеотида, что составляет 20% от общего числа всех нуклеотидов. Определить, сколько нуклеотидов адениновых, тиминового, гуаниновых и цитозинового содержится в двух цепочках ДНК?

а) 480 б) 600 в) 960 г) 1200

**Задание 15.2.** Вопросы для обсуждения. Ответы обоснуйте.

1. Что вы знаете о митохондриальном генетическом коде?
2. В чем заключаются различия между ядерным и митохондриальным генетическими кодами?
3. Чем определяются трудности в изучении генетической регуляции действия генов у эукариот?

**Задание 15.3.** Учебные фильмы «Транскрипция», «Регуляция транскрипции», «Сплайсинг мРНК».

## Контрольные вопросы

1. На каких уровнях реализации генетической информации осуществляется генетический контроль экспрессии генов?
2. Каковы структура и свойства генетического кода?
3. Что позволяет считать генетический код универсальным?

## Занятие 16. Биоразнообразие беспозвоночных животных

*Цель работы:* Ознакомиться с филогенетическим древом и биотаксономическим разнообразием беспозвоночных животных.

В 1982 г Маргелис и Шварц (Margulis, Schwartz) предложили филогенетическую систему органического мира, предусматривающую наличие 5 царств (рис. 5).



Рис.5. Филогенетическое древо органического мира (Margulis, Schwartz, 1982)

Наиболее крупные систематические группировки в царстве Животные называют *типами*. За период существования жизни на Земле их было не менее 35. К настоящему времени некоторые из них вымерли; сейчас на Земле обитают животные 26 типов.

По современным оценкам нашу планету населяет около 8-10 млн видов организмов из пяти царств, животных – от 1,5-2млн, растений около 500тыс видов. Но среди животных  $\frac{3}{4}$  видов приходится на долю членистоногих (рис. 6).

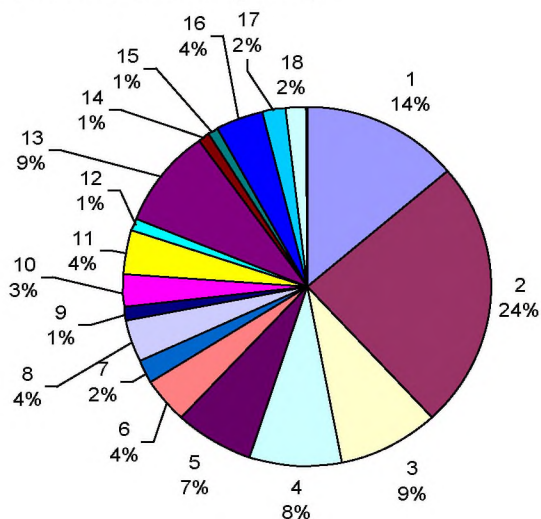


Рис. 6. Биоразнообразие организмов (соотношение видов) : 1. высшие растения - 14%; 2. Жесткокрылые - 24%; 3. Чешуекрылые - 9%; 4. Полу-жесткокрылые - 8%; 5. Двукрылые - 7%; 6. Пауки - 4%; 7. Ракообразные - 2%; 8. Моллюски - 4%; 9. Нематоды - 1%; 10. Позвоночные - 3%; 11. Др. беспозвоночные - 4%; 12. Др. членистоногие - 1%; 13. Др. насекомые - 9%; 15. Вирусы 1%; 16. Бактерии - 1%; 17. Грибы - 4%; 18. Простейшие - 2%; 19. Водоросли - 2%.

**Тип Губки (*Spongia*).** Этот тип представлен наиболее примитивными многоклеточными организмами, клетки которых, однако, дифференцированы. Известно около 3000 видов губок. Будучи обитателями морей, ведут неподвижный образ жизни на дне или на различных подводных предметах.

**Тип Кишечнополостные (*Coelenterata*).** Организмы этого типа являются обитателями в основном морей, но они проникли и в пресные воды. Известно около 9000 видов. Кишечнополостным присуща довольно простая организация. Для них характерна радиально-осевая симметрия. Их тело состоит из экто- и энтодермы,

между которыми находится мезоглея, представляющая собой слой неклеточного вещества.

**Тип Плоские черви (*Plathelminthes*).** К этому типу относят животных, характеризующихся вытянутой уплощенной билатерально-симметричной формой и обитающих в воде, почве, организме растений, животных и человека. Они составляют один из наиболее больших по численности типов животных (около 9000 видов). Тип Круглые черви классифицируют на несколько классов, из которых наибольшее распространение и значение имеет класс Собственно круглые черви (*Nematoda*).

Среди паразитических нематод наиболее известными являются аскарида человеческая (*Ascaris lumbricoides*, рис. 26), угрица кишечная (*Strongyloides stercoralis*), кривоголовка (*Ancylostoma duodenale*), трихинелла (*Trichinella spiralis*) и другие, которые вызывают у человека аскаридоз, стронгилоидоз, анкилостоматоз, трихинеллез (соответственно).

**Тип Круглые черви (*Nemathelminthes*).** Круглые черви характеризуются удлиненным цилиндрическим телом, не имеющим сегментации и ресничек на поверхности. Насчитывают более 10 000 видов этих организмов. Они адаптированы к жизни почти во всех экологических нишах, многие из них являются паразитами растений, животных и человека.

**Тип Кольчатые черви (*Annelides*).** Кольчатые черви, или кольчецы — это высокоорганизованные гельминты, являющиеся обитателями пресных и морских водоемов, почвы и других сред. Насчитывают около 10 000 видов этих животных.

**Тип Членистоногие (*Arthropoda*).** Членистоногие — это высший тип беспозвоночных животных. В его состав входит около 650 000 видов, основная часть которых приходится на насекомых. По количеству видов он является самым процветающим типом в мире животных. Членистоногие распространены во всех средах обитания, являясь существенным компонентом всех экологических систем.

**Тип Мягкотелые (*Mollusca*).** Мягкотелые являются вторым по численности типом после членистоногих (около 80 000 видов). Большинство этих животных обитают в соленых и пресных

**Тип Иглокожие (*Echinodermata*).** Иглокожие представлены 6000 видов животных, являющихся обитателями морей и океа-



нов. Среди них наиболее известными являются морские ежи, морские звезды, голотурии и др.

**Задание 16.1.** Учебные фильмы ВВС: «Жизнь. Насекомые.» «Беспозвоночные изобретатели».

**Задание 16.2.** Вопросы для обсуждения. Ответы обоснуйте.

1. Какие признаки характерны для низших и высших беспозвоночных?
2. На каких принципах основана классификация членистоногих? Какие основные черты прогрессивной эволюции характерны для этой группы беспозвоночных?

### **Контрольные вопросы**

1. Назовите типы в царстве животных, которые относят к беспозвоночным.
2. В каких типах выявлено наиболее высокое видовое разнообразие?
3. Какая существует филогенетическая связь между моллюсками, членистоногими и хордовыми?

## **Занятие 17. Биоразнообразие позвоночных животных**

*Цель работы:* Ознакомиться с филогенетическими связями и биологическим разнообразием позвоночных животных.

**Тип Хордовые (*Chordata*).** Хордовые насчитывают более 42 000 видов, обитающих в разных средах.

Хордовых классифицируют на подтипы Бесчерепные (*Acrania*), Личиночнордовые (*Urochordata*) и Черепные (*Crania*), или Позвоночные (*Vertebrata*).

Подтип Бесчерепные состоит из одного класса — Головохордовые *Cephalochordata*, к которому относится ланцетник (*Branchiostoma lanceolatum*).

Подтип Позвоночные включает следующие классы: Круглоротые *Cyclostomata*, Хрящевые рыбы *Chondrichthyes*, Костные рыбы *Osteichthyes*, Земноводные *Amphibia*, Пресмыкающиеся *Reptilia*, Птицы *Aves* и Млекопитающие *Mammalia*.

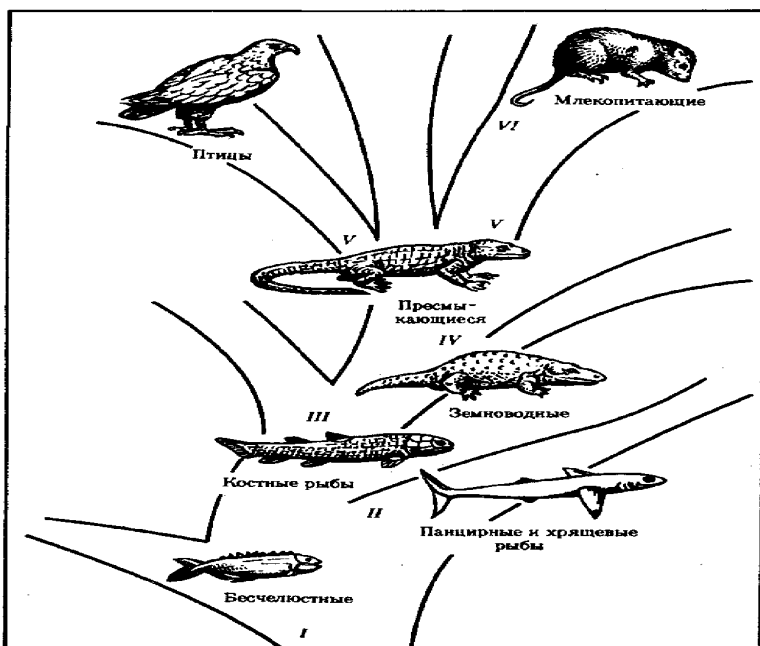


Рис. 7. Узловые моменты в прогрессивной эволюции хордовых:  
 I—появление хрящевого скелета, дифференцировка центральной нервной системы на головной и спинной мозг, II—появление челюстей,  
 III—появление парных конечностей наземного типа и легких,  
 IV—преодоление барьера влажности, V—теплокровность,  
 VI—внутриутробное развитие

Семь классов (рис. 7) типа Позвоночных фактически являются ступенями, соответствующими поэтапному повышению уровня организации в филогенетическом стволе эволюционного древа животного мира.

Класс Хрящевые рыбы (*Chondichthyes*) представлен обитателями в основном морей и океанов. Насчитывают около 730 видов этих рыб. Наиболее известными представителями этого класса являются акулы и скаты

Класс Костные рыбы (*Osteichthyes*) в видовом составе довольно многочисленны (около 1500 видов). Являясь обитателями морских и пресных вод Костных рыб классифицируют на подклассы Лопастеперые (*Sarcopterygii*) и Лучеперые (*Actinopterygii*).

Класс Земноводные (*Amphibia*) объединяет примерно 4000 видов.

Класс Пресмыкающиеся (*Reptilia*) — это первые настоящие наземные позвоночные. Количество видов в этом классе достигает 7000. Животных этого класса подразделяют на отряды Чешуйчатые (*Squamata*), Черепахи (*Chelonina*), Крокодилы (*Crocodylia*) и Первозащеры, или Клювоголовые (*Prosauroia*, или *Rhynchocephalia*).

Класс Птицы (*Aves*) — эта систематическая группа представлена около 9000 видов. Обитают по всему земному шару, но наибольшее количество видов сосредоточено в тропиках.

Класс Млекопитающие, или Звери (*Mammalia*) — это наиболее сложноорганизованные позвоночные животные, представляют собой современную процветающую группу. В этом классе насчитывают около 3200 видов.

**Задание 17.1.** Учебные фильмы ВВС: «Жизнь. Рептилии и земноводные», «Рыбы», «Млекопитающие».

**Задание 17.2.** Вопросы для обсуждения. Ответы обоснуйте.

1. Какое значение в понимании эволюции жизни имеет изучение основных отличительных признаков животных принадлежащих к различным типам?
2. С какими ароморфозами связана эволюция амфибий, рептилий, птиц?

### **Контрольные вопросы**

1. Назовите прогрессивные черты пресмыкающихся.
2. Каковы характерные черты позвоночных?
3. Как и когда произошли млекопитающие?

## **Занятие 18. Стратегия сохранения биоразнообразия и принципы охраны природы**

*Цель работы:* Знакомство с принципами охраны природы и необходимостью сохранения биоразнообразия.

Основы охраны ОС (окружающей среды) закреплены в Конституции РФ 1993 г. Конституция провозглашает право граждан на землю и другие природные ресурсы.

«Каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением» (статья 42).

«Каждый обязан сохранять природу и окружающую среду, бережно относиться к природным богатствам» (статья 58).

Систему экологического законодательства возглавляет Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002г. №7-ФЗ. В статье 3 определены *Основные принципы охраны ОС*:

- соблюдение права человека на благоприятную окружающую среду;
- обеспечение благоприятных условий жизнедеятельности человека
- научно обоснованное сочетание экологических, экономических и социальных интересов человека, общества и государства в целях обеспечения устойчивого развития и благоприятной окружающей среды;
- охрана, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов как необходимые условия обеспечения благоприятной окружающей среды и экологической безопасности;
- ответственность органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления за обеспечение благоприятной окружающей среды и экологической безопасности на соответствующих территориях;
- платность природопользования и возмещение вреда окружающей среде;
- независимость контроля в области охраны окружающей среды;
- презумпция экологической опасности планируемой хозяйственной и иной деятельности.

Стратегическая цель государственной политики в области экологии:

- *сохранение природных систем*, поддержание их целостности и жизнеобеспечивающих функций для устойчивого развития общества,
- *повышения качества жизни*, улучшения здоровья населения и демографической ситуации,
- обеспечения *экологической безопасности* страны.

Для этого необходимо: сохранение и восстановление природных систем, их *биологического разнообразия* и *способности к саморегуляции* как необходимого условия существования человеческого общества;

- обеспечение *рационального природопользования* и равноправного доступа к природным ресурсам ныне живущих и будущих поколений людей;
- обеспечение *благоприятного состояния окружающей среды* как необходимого условия улучшения качества жизни и здоровья населения.

На конференции ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992), в работе которой участвовали представители 179 государств и многочисленных общественных организаций, выработана программа всемирного сотрудничества по пресечению нарушений в биосфере со стороны человека и созданию «высокого качества окружающей среды и здоровой экономики для всех народов мира». В «Конвенции о биологическом разнообразии» принятой в Рио-де-Жанейро (1992) определены понятия и термины:

- *Биологическое разнообразие* — означает вариабельность живых организмов из всех источников, включая, среди прочего, наземные, морские и иные водные экосистемы и экологические комплексы, частью которых они являются; это понятие включает в себя разнообразие в рамках вида, между видами и разнообразие экосистем.

- *Биологические ресурсы* — включают генетические ресурсы, организмы или их части, популяции или любые другие биотические компоненты экосистем, имеющие фактическую или потенциальную полезность или ценность для человечества.

- *Генетические ресурсы* — означают генетический материал, представляющий фактическую или потенциальную ценность.

Все формы жизни, все виды живых систем появились, сформировались в ходе эволюции биосферы. Современное биологическое разнообразие для настоящего и будущих поколений человечества является биологическими ресурсами, которые представляют экономическую, интеллектуальную, эстетическую, научную, рекреационную, потенциальную, социальную, образовательную, воспитательную, моральную, этическую, культурную ценности. Хотя надо иметь в виду, что все виды имеют самостоятельную ценность независимо от их ценности для человека.

*Сохранение биоразнообразия* — как элемент государственной экологической политики и условие устойчивого развития страны.

Источниками информации в природоохранной сфере являются:

- Экологический мониторинг;
- Государственные кадастры природных ресурсов;
- Федеральный регистр потенциально опасных химических и биологических веществ — способ государственной регистрации этих веществ;
- Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды

**Задание 18.1.** Вопросы для обсуждения. Ответы обоснуйте.

1. Почему впервые проблема сохранения биоразнообразия прозвучала на международном уровне?
2. Что может означать потенциальная, социальная, моральная, этическая, культурная ценность биоразнообразия?
3. Как можно объяснить один из принципов охраны природы «презумпция экологической опасности планируемой хозяйственной и иной деятельности».

### **Контрольные вопросы**

1. Назовите основные принципы сохранения биоразнообразия и охраны природы.
2. Когда сформулирована «Концепция устойчивого развития и сохранения биоразнообразия»?
3. Какое значение сохранения биоразнообразия для устойчивости биосферы.

### **Рекомендуемая литература и источники**

1. Кузнецова, Т.А. Общая биология. Теория и практика./ Учебное пособие/ Т.А. Кузнецова, И.А. Баженова. 2-е изд., стер. – СПб.: изд. «Лань», 2018. — 144с. <https://e.lanbook.com/reader/book/103906/#1>
2. Пехов, А.П. Биология с основами экологии: Учебник./ А.П. Пехов. 5-е изд., стер. — СПб.: Издательство «Лань», 2007, 2006, 2005, 2002. – 672 с.
3. Тейлор, Д. Биология. / Тейлор Д., Грин Н., Стаут У. В 3-х томах. – М.: «Мир», — 2005.
4. Нефедова, С.А. Биология с основами экологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.А. Нефедова, А.А. Коровушкин, А.Н. Бачурин [и др.]. — СПб.: Лань, 2015. — 368 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=58167](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=58167)
5. Викторова, Т.В. Биология / Т.В. Викторова, А.Ю. Асанов. Учебное пособие (1-е изд.). — М.: Изд. центр «Академия», 2011.

## **Вопросы для подготовки к экзамену:**

1. Определение науки. Перспективные направления биологических исследований. Практическое применение биологических достижений и открытий в науке.
2. Биология как наука о живой материи. Этапы развития биологии.
3. Методология и перспективные направления биологических исследований.
4. Современные методы исследования в биологии.
5. Техника микроскопирования и приготовления микроскопических препаратов.
6. Дать характеристику основных уровней организации живых систем. Принципы иерархичности.
7. Понятие «система». Виды и роль связей в системах. Понятие «открытая система» и «живая» система. Эмерджентные свойства систем.
8. Критерии живого. Химический состав живого вещества. Основные типы биополимеров.
9. Самоорганизующиеся и самовоспроизводящиеся живые системы.
10. Особенности химического состава клеток и организмов. Роль воды в организмах.
11. Свойства живого. Структурно-функциональный принцип организации и клетка, как единица живого. Разнообразие клеточных типов. Основные типы клеток.
12. Строение и основные функции клетки. Клеточный цикл и дифференциация.
13. Основные положения клеточной теории. Методы изучения клеток, тканей, организмов.
14. Метаболизм, направленность и регуляция. Понятие - ассимиляция и диссимиляция.
15. Раздражимость и адаптивность, их значение и пути достижения (привести примеры).
16. Биология индивидуального развития. Теория «критических периодов» и биологические часы.
17. Биоритмы, определение, значение, виды. Связь биоритмов с гео- и гелиоритмами.

18. Понятие онтогенеза и филогенеза. Закономерности развития живых систем и онтогенеза.
19. Размножение - половое и бесполое. Значение полового диморфизма. Происхождение и эволюция способов размножения.
20. Наследственность и изменчивость – как основа способности к развитию и эволюции.
21. Принципы и методы классификации организмов. Систематика, ее подразделения. Таксоны. Правила бинарной номенклатуры.
22. Биоразнообразие и систематика растений.
23. Биоразнообразие и систематика животных.
24. Биоразнообразие микроорганизмов.
25. Определение и критерии вида. Значение международных названий.
26. Представления о развитии живой природы до дарвиновского периода.
27. Дать определение понятиям: эволюция, популяция, вид, макро- и макроэволюция.
28. Основные положения теории эволюции Ч. Дарвина.
29. СТЭ. Современный этап развития эволюционного учения.
30. Доказательства эволюции органического мира: палеонтологические, сравнительно морфологический и эмбриологический, биогеографический.
31. Материал и движущие силы эволюции. Относительная целесообразность приспособленности организмов.
32. Определение биологического прогресса и биологического регресса (примеры).
33. Достижения прикладной генетики, биотехнологии и безопасность человечества.
34. Стратегия сохранения биоразнообразия и охраны природы
35. Концепция устойчивого развития и сохранения биоразнообразия.
36. Значение сохранения биоразнообразия для устойчивости биосферы.



## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие .....	3
1. Методология биологических исследований .....	4
2. Перспективные направление биологических исследований ...	6
3. Методы изучения клеток .....	8
4. Техника микроскопирования .....	11
5. Приемы отбора образцов для биологических исследований ..	14
6. Методы исследования организмов .....	17
7. Ткани растений и животных .....	19
8. Классификации организмов – естественные и искусственные	20
9. Систематика и таксономия организмов .....	24
10. Правила номенклатуры видов .....	26
11. Разнообразие вирусов .....	29
12. Биология прокариотов .....	32
13. Биология эукариотов .....	36
14. Закономерности наследования .....	38
15. Решение биологических задач .....	41
16. Биоразнообразие беспозвоночных животных .....	43
17. Биоразнообразие позвоночных животных .....	46
18. Стратегия сохранения биоразнообразия и принципы охраны природы .....	48
Рекомендуемая литература .....	51
Вопросы для подготовки к экзамену .....	52

Учебное издание

Гниломедова Лариса Павловна

## ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

Методические указания  
для выполнения практических занятий

Отпечатано с готового оригинал-макета

Подписано в печать 25.01.2021 Формат 60×84 1/16

Усл. печ. л. 3,2 печ. л. 3,43

Тираж 25. Заказ № 483.

Редакционно-издательский отдел ФГБОУ ВО Самарского ГАУ  
446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2

Тел.: 8 939 754 04 86, доб. 608

E-mail: [ssaariz@mail.ru](mailto:ssaariz@mail.ru)



Министерство сельского хозяйства  
Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«Самарский государственный  
аграрный университет»  
Кафедра «Биоэкология и физиология  
сельскохозяйственных животных»

# ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

Методические указания  
для выполнения практических занятий

Кинель  
РИО СамГАУ  
2021

УДК 57 (07)  
ББК 28  
О – 13

О - 13 Общая биология: методические указания для выполнения практических занятий / сост. Л. П. Гниломедова. – Кинель : РИО СамГАУ, 2021. – 55 с.

Данное издание позволит обучающимся закрепить основные теоретические знания, излагаемые в процессе обучения на лекциях и сформировать на практических занятиях навыки вести дискуссию по социально-значимым проблемам биологии и экологии.

Издание предназначено для студентов очной формы обучения факультета Биотехнологии и ветеринарной медицины, обучающихся по направлению 06.03.01 «Биология».

© ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, 2021  
© Гниломедова Л.П., 2021

## Предисловие

В данном методическом указании содержатся разработки практических работ с теоретическим обоснованием их, список рекомендуемой литературы и источников информации, вопросы к экзаменам. Данное издание позволит студентам закрепить основные теоретические знания на практических занятиях.

*Цель дисциплины «Общая биология»* 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.

*Задачи дисциплины:*

- ♦ Изучение основных законов и концепций биологии;
- ♦ Изучение основных свойств живых систем;
- ♦ Знакомство с современными биологическими методами исследования;
- ♦ Освоение биологических терминов, понятий и определений;
- ♦ Приобретение новых знаний по научным проблемам биологии;
- ♦ Знакомство со стратегией сохранения биоразнообразия и охраны природы.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций: - использовать экологическую грамотность и базовые знания биологии в жизненных ситуациях; - прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности, нести ответственность за свои решения; - способность и готовность вести дискуссию по социально-значимым проблемам биологии и экологии.

## Занятие 1. Методология биологических исследований

*Цель занятия:* Знакомство с понятиями: наука, научные методы, методологическая основа современной биологии.

**НАУКА** — это обобщенные знания о закономерностях строения и функционирования природных явлений (объектов).

**НАУКА** — это способ и стиль мышления, специфический язык и термины. Каждая наука имеет свой *предмет* исследования, *задачи* и *методы* познания.

Цели науки - описание, объяснение и предсказание процессов, и управление действительностью.

**БИОЛОГИЯ** (от греч. *bios* – жизнь, *logos* — наука) - наука о закономерностях существования и развития живых систем.

Объектом изучения в биологии являются *живые системы* (клетка, организмы, экосистемы и другие уровни организации).

Предметом изучения – их строение, функции, развитие, происхождение и взаимоотношение со средой существования.

*Методологическую основу* современной биологии и экологии составляет системно-комплексный и эволюционно-исторический подходы.

Биологические дисциплины определяются спецификой объекта, методами или задачами:

- многообразие видов (*зоология, ботаника, микология, ихтиология, орнитология, энтомология, антропология*),
- источники и факты эволюции органического мира (*палеонтология, сравнительная анатомия, эмбриология*),
- закономерности организации живых систем, распространение и взаимодействие с окружающей средой (*экология*),
- закономерности индивидуального развития (*эмбриология*),
- принципы функционирования и организации живых систем (*физиология*),
- особенности химического состава организмов (*биохимия, молекулярная биология*),
- специфические среды обитания организмов (*гидробиология*),
- особенности поведения и взаимоотношений организмов (*этология, зоопсихология*)
- специальные методы исследования – *биофизика, биометрия, биохимия*;

- определенные практические задачи – *агробиология, природопользование и охрана природы, бионика, селекция, т.д.*

Методология — учение о методах, способах, приемах познания, обучения, воспитания, преобразования действительности, о методах организации деятельности.

Метод (от греч. *methodos* исследование) — способ исследования явлений, планомерный путь научного познания, приемы получения информации.

- Эмпирические методы в науке: наблюдение, описание, измерение, эксперимент, сравнение и др.
- Теоретические приемы работы с информацией: формализация, моделирование, прогнозы, гипотезы и др.
- Общенаучные приемы: анализ, синтез, индукция и дедукция, аналогия, классификация и систематизация, абстрагирование, прогнозирование и т.д.

В науке полученная информация имеет широкие обобщения - гипотезы, теории, законы, концепции. Они составляют основу современной биологии.

**Задание 1.1.** Вопросы для обсуждения. Ответы обоснуйте.

1. Какие формы деятельности определяются как научные исследования?
2. Какое значение для человека имеют научные знания?
3. Может ли современный человек успешно осуществлять свою деятельность без овладения научными знаниями?
4. Должны ли ученые нести ответственность за последствия своих открытий и изобретений.
5. Можно ли назвать научным наблюдением, которое ведут за жильцами дома сидящие на скамейке старушки?

**Задание 1.2.** Учебный фильм "100 великих открытий биологии".

**Задание 1.3.** Доклад «Перспективные направления и достижения биологических исследований: Нобелевская премия по физиологии или медицине»

1. История создания фонда Нобелевской премии по физиологии и медицине.

### **Контрольные вопросы:**

1. Дайте определение понятиям: наука, метод, гипотеза, теория, концепция, модель, эксперимент.
2. Перечислить научные методы.

3. Назовите важнейшие этапы в становлении биологии как науки.
4. Чем гипотеза отличается от теории, концепции или закона?

## **Занятие 2. Перспективные направления биологических исследований**

*Цель занятия:* Формулирование основных концепций в современной биологии. Знакомство с основными направлениями прикладной биологии.

### **Основные концепции в современной биологии:**

- Определение жизни и критерии живого.
- Происхождение жизни и эволюция органического мира.
- Воспроизведение жизни – закономерности наследования и изменчивости.
- Концепция биосферы и ноосферы.
- Концепция происхождения и эволюции человека.
- Концепция поведения и сознания.

**БИОТЕХНОЛОГИЯ** (от греч. *bios* – жизнь + *techne* - ремесло, мастерство) совокупность знаний и технологических приемов осуществляемых с использованием живых организмов и их компонентов; приоритетное научно-техническое направление в прогрессе человечества.

Биотехнология основывается на новейших достижениях генетики, молекулярной биологии, биохимии, эмбриологии и клеточной биологии, а также прикладных дисциплинах. В настоящее время основными направлениями в биотехнологии являются: биоинженерия, биомедицина, наномедицина, бионика, биофармакология, биоремедиация, клонирование, геновая инженерия.

*Биоинженерия* — это применение методов биологии (а так же физики, химии, математики и информатики) для решения актуальных проблем с использованием аналитических и синтетических методологий инженерного дела. Биоинженерия используется для защиты поверхности почвы, укрепление склонов, защита водных потоков и береговых линий, ветрозащита, воздвижение растительных барьеров (включая шумовые барьеры и заслоняющие экраны), а также экологические улучшения.



*Биомедицина* - раздел медицины, изучающий с теоретических позиций организм человека, его строение и функцию в норме и патологии, патологические состояния, методы их диагностики, коррекции и лечения.

*Наномедицина* - исправление, конструирование и контроль над биологическими системами человека на молекулярном уровне, используя наноустройства и наноструктуры

*Биофармакология* - это конвергенция биотехнологии и фармакологии, раздел фармакологии, который изучает физиологические эффекты, производимые веществами биологического и биотехнологического происхождения.

*Бионика* - прикладная наука о применении в технических устройствах и системах принципов организации, свойств, функций и структур живой природы. Бионика — это соединение биологии и техники.

*Биоремедиация* - комплекс методов очистки вод, грунтов и атмосферы с использованием метаболического потенциала биологических объектов: растений, грибов, насекомых, червей и других организмов.

*Клонирование* - получение нескольких идентичных копий наследственных молекул (молекулярное клонирование). - биотехнологические методы, используемые для искусственного получения клонов организмов, клеток или молекул. Группа генетически идентичных организмов или клеток — клон.

*Генная инженерия* - совокупность приёмов, методов и технологий получения рекомбинантных РНК и ДНК, выделения генов из организма (клеток), осуществления манипуляций с генами и введения их в другие организмы.

*Трансгенный организм* — живой организм, в геном которого искусственно введен ген, который не может быть приобретен при естественном скрещивании. Первоначально под трансгенными организмами подразумевались любые организмы, в геном которых были при помощи методов генной инженерии введены отсутствующие там гены, однако в настоящее время организмы, в геном которых были введены гены организмов, одного с ними вида или видов, с которыми они скрещиваются в естественных условиях называются цисгенными (введен ген с «собственными» регуляторными участками) либо интрагенными (введен ген с регуляторными участками других генов).

**Задание 2.1.** Учебный фильм «Генная терапия».

**Задание 2.2.** Вопросы для обсуждения. Ответы обоснуйте.

1. Назовите 10 величайших открытий и технических изобретений последнего столетия изменивших жизнь человечества.
2. Назовите 10 величайших открытий в биологии и медицине 20-21-х. веков изменивших жизнь человечества.
3. Какие из этих открытий и изобретений можно отнести к биотехнологиям?

**Задание 2.3.** Доклады «Перспективные направления и достижения биологических исследований: Нобелевская премия по физиологии или медицине»:

1. Премия 1945 г. — Флеминг А., Чейн Э., Флори Х. – За открытие пенициллина.
2. Премия 1952 г. — Ваксман З. – За открытие стрептомицина
3. Премия 2012 г. — За работы в области биологии развития и получения индуцированных стволовых клеток

### **Контрольные вопросы**

1. Назвать основные концепции в современной биологии.
2. Приведите примеры практического применения биологических достижений и открытий в науке.
3. Какие направления в биотехнологии призваны решать проблемы восстановления и сохранения природы?
4. Какие науки внесли наибольший вклад в развитие биотехнологий?

## **Занятие 3. Методы изучения клетки**

*Цель работы:* Знакомство со специальными методами в биологии по изучению клетки.

Всеобъемлющим современным подходом к изучению клеток является системно-структурный подход

Клетка - структурно-функциональная единица живого, элементарная живая система. Клеточное строение организмов связано с изобретением микроскопа. Галилей Галилео в 1624 г. сконструирован первый микроскоп в виде зрительной трубы с короткофокусными линзами в объективе и окуляре.

Усовершенствовав микроскопы английский естествоиспытатель Роберт Гук сообщил о существовании клетки.

Антони Левенгук описал растительную клетку (1665), микроорганизмы и сперматозоиды (1673—1677). До конца 19 в. изучались только мертвые клетки после фиксации и окрашивания. Лишь в 20 в. появились технические возможности изучения тонкого строения клеточных структур и функционирования живых клеток.

К современным методам изучения структуры и функционирования клетки относят:

- микрокопирование;
- гистохимические методы;
- культивирование *in vitro*;
- цитофотометрия;
- автордиография;
- центрифугирование дифференциальное.

**Микроскопия** - позволяет наблюдать мелкие объекты. Увеличение достигается системой линз объектива и окуляра.

**Микроскоп** - это оптический прибор, позволяющий получить обратное изображение изучаемого объекта и рассмотреть мелкие детали его строения, размеры которых лежат за пределами разрешающей способности глаза. Невооруженный человеческий глаз имеет разрешающую способность около 1/10 мм или 100 мкм. Лучший световой микроскоп примерно в 500 раз улучшает возможность человеческого глаза, т. е. его разрешающая способность составляет около 0,2 мкм или 200 нм.

**Гистохимические методы** - позволяют установить локализацию определенного вещества и биохимические процессы в тканевых или клеточных структурах. О локализации исследуемого вещества судят по отложению окрашенного продукта реакции.

**Иммуногистохимия** - основана на специфическом взаимодействии меченых антител (АТ) с антигенами (АГ). АТ метят флюорохромами или электронноплотными частицами.

**Клеточные и тканевые культуры** - метод применяется для исследования изолированных живых клеток вне организма (*in vitro*). *Питательная среда* для культивирования клеток содержит аминокислоты, факторы роста, витамины и пр. на буферном растворе.

**Цитофотометрия** - позволяет количественно определить различные вещества и их локализацию в клетке по характеристическому поглощению веществами света определенного спектра. Цитофотометрию проводят в ультрафиолетовом, видимом, инфракрасном, рентгеновском диапазонах. Чувствительность метода –  $10^{-12}$  г, что на несколько порядков выше чувствительности микроскопических методов.

**Метод меченых атомов** - метод позволяет судить о биохимических превращениях в клетке, тканях, организме. Чтобы проследить превращение вещества, в него вводят радиоактивную метку, т.е. заменяют один из атомов соответствующим радиоактивным изотопом –  $^3\text{H}$ ,  $^{32}\text{P}$ ,  $^{14}\text{C}$ .

**Центрифугирование дифференцированное** - основан на том, что различные клеточные структуры отличаются плотностью, размерами и массой. При очень быстром вращении в ультрацентрифуге органеллы выпадают в осадок из раствора, распределяясь слоями в соответствии со своей плотностью. Более плотные компоненты клеток осаждаются при более низких скоростях центрифугирования, а менее плотные – при более высоких скоростях. Слои разделяют.

**Задание 3.1.** Учебный фильм «Микроскоп под микроскопом»

**Задание 3.2.** Вопросы для обсуждения. Ответы обоснуйте.

1. В чем сходство и отличие методов хроматографии и электрофореза?
2. Какие открытия в клеточном строении были сделаны за последние 100 лет?

**Задание 3.3.** Доклады «Перспективные направления и достижения биологических исследований: Нобелевская премия по физиологии или медицине»:

1. Премия 1979 г. - За разработку компьютерной томографии. 2003 г. - За изобретение метода магнитно-резонансной томографии.
2. Премия 2002 г. - За открытия в области генетического регулирования развития органов и механизмов апоптоза.

### **Контрольные вопросы**

1. Назвать современные направления в исследовании клетки.
2. Перечислить современные биохимические методы изучения клеток.
3. Какой метод позволил изучить строение мембраны?

4. Какой метод позволяет исследовать метаболические пути в клетке?

## Занятие 4. Техника микроскопирования

*Цель работы:* Знакомство со специальными техниками микроскопирования.

Человеческий глаз в состоянии различить два объекта, если угловое расстояние между ними составляет не менее  $37 \times 10^{-4}$  рад или 0,1 мм.

*Разрешающая способность прибора* — возможность отобразить раздельно два мелких объекта максимально близко расположенных. Разрешающая способность микроскопа пропорциональна длине волны света (рис.1). Наименьший объект который можно рассмотреть в световой микроскоп д.б. не менее 200 нм в диаметре (половина длины волны фиолетового света).



Рис.1. Разрешающие возможности микроскопирования

В 1931 г. Эрнст Руска совместно с М. Кноллем сконструировал самый первый электронный микроскоп с разрешающей способностью в 100 ангстрем, который использовался при исследовании металлов, вирусов, белковых молекул и других биологических структур. С 1946 г. электронный микроскоп получил широкое применение в биологии.

Генрих Рорер — швейцарский физик создал первый сканирующий туннелирующий микроскоп (СТМ). СТМ позволяет измерять детали размером 0,1 ангстрем ( $10^{-10}$  м), или одну десятую диаметра атома водорода. Теперь СТМ применяется для исследования вирусов, рецепторной структуры иммунных клеток, неорганических и органических веществ. Достоинство этого метода в том, что создается эффект трехмерности.

Специальные типы микроскопирования (табл. 4.1) позволяют изучать как живые, так и фиксированные клетки и их структуры.

Таблица 4.1

Специальные виды микроскопирования

Световая микроскопия (ув. до 8000 раз; разрешение 0,2мкм)	Электронная микроскопия (ув. до 100 000раз; разрешение 0,1нм)
Специальные типы микроскопирования	
Фазово-контрастная	Просвечивающая электронная микроскопия
Поляризационная	Сканирующая электронная микроскопия
Интерференционная	Рентгеновская микроскопия
Люминесцентная	Компьютерная томография

**Фазово-контрастная микроскопия** — позволяет изучать живые и неокрашенные объекты. При прохождении света через окрашенные объекты изменяется амплитуда световой волны, а при прохождении света через неокрашенные – фаза световой волны, что и используется для получения высококонтрастного изображения в фазово-контрастной и интерференционной микроскопии.

**Поляризационная микроскопия** — позволяет формировать изображения окрашенных анизотропных структур (например, коллагеновых волокон и миофибрилл).

**Интерференционная микроскопия** — объединяет принципы поляризационной и фазово-контрастной микроскопии; применяется для получения контрастного изображения неокрашенных объектов. Специальная интерференционная оптика (оптика Номарского) применяется в микроскопах с дифференциальным интерференционным контрастом.

**Люминесцентная микроскопия** — применяется для наблюдения флюоресцирующих (люминесцирующих) объектов. В люминесцентной микроскопе свет от мощного источника проходит через два фильтра. Один фильтр задерживает свет перед образцом и пропускает свет длины, возбуждающей флюоресценцию образца. Другой фильтр пропускает свет длины волны, излучаемой флюоресцирующим объектом. Таким образом, флюоресцирующие объекты поглощают свет одной длины и излучают в другой области спектра. *Флюоресцирующие красители* (флюоресцеин, рома-

дан, др.) избирательно связываются со специфическими макромолекулами, что позволяет выявлять локализацию их.

**Электронная микроскопия** — вместо света используется пучок электронов, у которых длина волны меньше и, следовательно, выше разрешающая способность (приблизительно в 500 раз). Первый микроскоп изобретен в 1933г. Теоретически разрешение просвечивающего ЭМ составляет 0,002 нм, на практике 0,5 нм.

**Просвечивающий (трансмиссионный) электронный микроскоп** — состоит из колонны, через которую в вакууме проходит пучок электронов. Электроны фокусируются магнитами и проходят через специально подготовленный ультратонкий образец. Характер рассеивания электронов зависит от плотности образца, что выявляется на флюоресцирующем экране и регистрируется на фотопластинке.

**Сканирующий электронный микроскоп** - позволяет получить трехмерное изображение поверхности исследуемого объекта.

**Задание 4.1.** Учебный фильм «Самый мощный электронный микроскоп в мире».

**Задание 4.2.** Вопросы для обсуждения. Ответы обоснуйте.

1. Чем обусловлены возможности выявленных клеточных структур с помощью микроскопа?
2. Какие преимущества имеют известные методы микроскопирования?

**Задание 4.3.** Доклады «Перспективные направления и достижения биологических исследований: Нобелевская премия по физиологии или медицине»

1. Премия 1908 — За труды Мечникова И.И., Эрлиха П. – по иммунитету. 1919 г. — за открытие Борде Ж. механизмов регуляции иммунитета.
2. Премия 1930г. — За открытие групп крови.

### **Контрольные вопросы**

1. Назовите современные методы микроскопирования.
2. Какие специальные виды микроскопирования позволяют изучать живые клетки?
3. Что такое разрешающая способность оптического прибора? От чего она зависит?
4. Назовите клеточные структуры, которые открыты и изучены с помощью электронного микроскопа.

## Занятие 5. Приемы отбора образцов для биологических исследований

*Цель работы:* Знакомство с техникой подготовки образцов для микроскопирования.

Биологические объекты можно исследовать как живыми, так и фиксированные. Для световой микроскопии цитологические препараты можно приготовить *временные* и *постоянные*.

Приготовление постоянных препаратов для световой микроскопии процедура длительная и многоступенчатая: фиксация материала, обезвоживание, просветление, заливка, изготовление срезов, окрашивание, заключение в специальные среды.

Разрешающая способность светового микроскопа ограничена длиной световой волны. В электронном микроскопе используется пучок электронов. Длина волны электронов зависит от напряжения, что увеличивает разрешение примерно в 500 раз по сравнению со световым микроскопом. Лимитирующим фактором в достижении большого увеличения стало не усиление разрешающей способности микроскопа, а методы подготовки материала для исследования (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Различия в подготовке материала для микроскопов

Обработка материала	Для светового микроскопа	Для электронного микроскопа
фиксация	формалин, спиртовые фиксаторы, ацеталкоголь, фиксатор Карнуа	глутаральдегид или смесь глутаральдегида и осмиевой кислоты (Os O <sub>4</sub> )
обезвоживание	ряд растворов этанола или пропанона	
заливка	парафин	смола (эпон,аралдит)
приготовление срезов	стальной нож используемые на микротоме изготавливают срезы в несколько микрон	алмазные или стеклянные ножи на ультрамикротоме изготавливают срезы толщиной 100-200 нм
окрашивание	цветные красители (отражающие видимый свет)	тяжелые металлы (соединения осмия, урана, свинца) отражают электроны

Временные препараты для световой микроскопии можно приготовить сравнительно быстро и обычно используются для предварительных исследований. Подготовка материала для временных препаратов включает фиксацию и окраску.



*Фиксация* – это процесс быстрой консервации клеточных структур, при котором все физиолого-биохимические процессы останавливаются, а водорастворимые вещества переходят в нерастворимое состояние. При фиксации в клетках могут появляться артефакты – новые структуры, которые отсутствуют в живой клетке, например, разнообразные вакуоли.

Часто используемые *фиксаторы*: формалин, спиртовые фиксаторы, ацеталкоголь, Фиксатор Карнуа.

*Формалин* (формальдегид, или муравьиный альдегид): применяется в виде водных растворов с концентрацией 4...10%. *Спиртовые фиксаторы*: содержат этиловый или метиловый спирт. *Укусенный алкоголь (ацеталкоголь)*. *Фиксатор Карнуа*: универсальный фиксатор, который обеспечивает быструю фиксацию (в течение 1...2 часов).

*Окрашивание* позволяет выявлять внутриклеточные структуры, обладающие повышенным сродством к определенным красителям. Красители – это относительно низкомолекулярные органические вещества, обладающие повышенным сродством к определенным химическим компонентам клетки. Различают основные (щелочные), кислотные и нейтральные красители.

*Основные красители* избирательно окрашивают базофильные клеточные структуры (то есть структуры с кислотными свойствами). *Кислотные красители* избирательно окрашивают ацидофильные или оксифильные клеточные структуры (то есть структуры со щелочными свойствами). *Нейтральные красители* окрашивают и базофильные, и ацидофильные структуры. Красители для фиксированных клеток могут использоваться в чистом виде (водные или спиртовые растворы, концентрация от 0,1% до 1%), например: эозин, фуксин. Часто используют смеси красителей, например, смесь Романовского-Гимза (содержит метилен-азур, метиленовый фиолетовый, метиленовый синий и эозин), азур–эозин, метилблау–эозин.

### **Методика приготовления временных препаратов**

- Предметное стекло держа за боковые грани положить на стол.
- Положить в центр стекла объект исследования (тонкие волокна ваты).
- Нанести на препарат 1-2 капли или красителя.

- Положить покровное стекло сверху на предметное стекло (рис.2).
- Препарат готов. Положить его на предметный столик микроскопа. Можно рассмотреть и зарисовать увиденное.

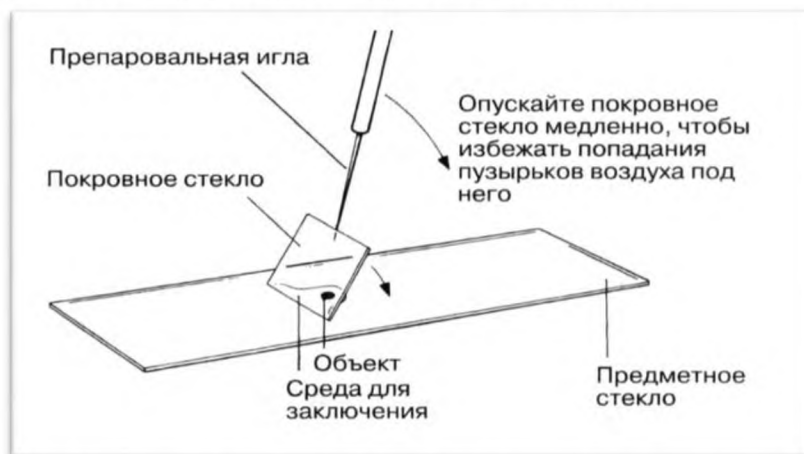


Рис.2. Приготовление микропрепарата. Накрывание объекта покровным стеклом.

Важный этап исследовательской работы документирование (зарисовка) результатов для использования в дальнейшем. Однако в последнее время чаще фотографируют полученное изображение, что исключает субъективный фактор.

**Задание 5.1.** Учебный фильм «Наномир. Сканирующий туннельный микроскоп».

**Задание 5.2.** Доклады «Перспективные направления и достижения биологических исследований: Нобелевская премия по физиологии или медицине»

1. Премия 1965 г. – За открытие генетического контроля синтеза ферментов и вирусов.
2. Премия 2009 г. - За открытие механизмов защиты хромосом теломерами и фермента теломеразы.

### Контрольные вопросы

1. Какие виды препаратов позволяют изучать живые клетки?

2. Как разрешающая способность оптического прибора влияет на специфику подготовки препаратов для микроскопирования?
3. Назовите различия в подготовке временных и постоянных препаратов для микроскопирования.

## **Занятие 6. Методы исследования организмов**

Цель работы: Знакомство с основными методами исследования организмов.

В биологии используются как общенаучные методы, так и специальные приемы, обусловленные особенностями объекта исследования и целями, стоящими перед учеными.

Сравнительно-морфологический метод – сравнение общих планов строения органов, их соотношение с другими органами, связь строения с функцией, определение гомологичных и аналогичных органов, рудиментарных органов и атавизмов (лат. *atavus* – предок).

Эмбриологический метод – изучение эмбриогенеза выявляет черты структурного сходства, очевидные на эмбриональных личиночных стадиях, но отсутствующие у взрослых особей. Эмбриогенез растений показывает эволюцию различных групп: чередование поколений в жизненных циклах

Генетический метод – проводит анализ цитогенетических особенностей видов, виды и распространение мутаций, их характер и значение в эволюции. Виды различаются числом, размером и формой хромосом. Степень генетических различий между видами определяется путем оценки изменений последовательности нуклеотидов в генах или последовательности аминокислот в белках. Результаты сравнения позволяют судить о близости организмов и о связи изменчивости последовательности со скоростью эволюции. Электрофоретические исследования позволяют выявить электрофоретическое сходство белков и на основе этих данных также определить генетические расстояния между видами.

Биохимический метод – позволяет сравнивать состав НК, белков и др. биомолекул, так подтверждаются выводы систематики о филогенезе таксонов. Данные о филогении белков совпадают с

филогенетическим древом ископаемых останков (на примере цитохрома С, это белок дыхательной цепи в митохондриях).

Иммунологический метод – методы, базирующиеся на специфическом взаимодействии антигенов и антител. Широко применяются для лабораторных анализов видовой принадлежности белка, достоверного определения групп крови, нарушений гормонального фона, тканевых и опухолевых антигенов, распознавания аллергии и аутоиммунных процессов, и др.

Палеонтологический метод – изучение ископаемых организмов, выявление переходных форм, восстановление филогенетических рядов и последовательности исчезнувших форм. Предполагают, что в ходе эволюции вымерло около 200 000 видов животных. В более глубоких слоях Земли обнаруживаются остатки более древних форм жизни, тогда как в поверхностных слоях находят остатки более поздних форм. Палеонтологический материал дает также основания судить о темпах и направлениях эволюции.

Биогеографический метод – сравнивает флору и фауну континентов в различные эпохи, определяет особенности и направления развития в современных условиях. В биогеографии различают шесть биогеографических областей. Каждая из этих областей характеризуется специфическими обитателями (растениями и животными), называемыми эндемиками, под которыми понимают организмы видов, родов и таксонов, ограниченных в своем распространении определенными территориями. Географические закономерности, характерные для фауны, присущи и флоре этих биогеографических областей.

Одно из основных положений биогеографии заключается в том, что каждый вид растений и животных возникал только однажды и только в одном месте (центре происхождения), откуда он расселялся до тех пор, пока не встречал какую-нибудь преграду, например, географическую, климатическую, пищевую и т. д. Особенности географического распространения животных и растений являются отражением специфики эволюции каждого вида.

Экологический метод – изучает условия существования и совершенство адаптаций к ним, процессы возникновения и развития приспособлений. Изменчивость создает возможности для гибкого приспособления («маневрирования») организмов к меняющимся условиям, при этом виды не теряют основные характеристики.

**Задание 6.1.** Учебный фильм «Форма Жизни- Истоки».

**Задание 6.2.** Вопросы для обсуждения. Ответы обоснуйте.

1. Какие современные биологические методы изучения организмов позволили по новому рассматривать ход эволюции?
2. Какие возможности для исследователя даст генетический анализ? Что называют генетическим профилем?

**Задание 6.3.** Доклады «Перспективные направления и достижения биологических исследований: Нобелевская премия по физиологии или медицине»

1. Премия 2010 г. — За технологию искусственного оплодотворения *in vitro*
2. Премия 1980 г. — За открытия, касающиеся генетически определённых структур на клеточной поверхности, регулирующих иммунные реакции
3. Премия 1990 г. — За открытия, касающиеся трансплантации органов и клеток при лечении болезней.

### **Контрольные вопросы**

1. Назовите общенаучные методы исследования применяемые в биологии.
2. Какие специальные методы позволяют изучать эволюцию организмов?
3. Что такое биогеографические области? От чего зависит разнообразие фауны и флоры географических зон?

## **Занятие 7. Ткани растений и животных**

*Цель работы:* Знать и уметь характеризовать ткани животных и растений.

**ТКАНИ** — это фило- и онтогенетически сложившаяся система клеточных дифферонов и их неклеточных производных, функции и регенераторная способность которой определяется гистогенетическими свойствами ведущего клеточного дифферона.

А.А. Заварзин и Н.Г. Хлопин заложили основы учения об эволюционной и онтогенетической детерминации тканей: ткани образуются в связи с основными функциями, обеспечивающими существование многоклеточного организма во внешней среде.

**Детерминация** — это процесс определения пути, направления, программы развития материала эмбриональных зачатков с образованием специализированных тканей.

Совокупность клеточных форм, составляющих линию дифференцировки, называют **диффероном** или гистогенетическим рядом:

*тотипотентные* (зигота, споры растений/грибов) =>

*плюрипотентные* (эмбриональные стволовые клетки) =>

*мультипотентные* (стволовые клетки, клетки-предшественники)

*олигопотентные* (только 1 тип клеток).

**Задание 7.1.** Вопросы для обсуждения. Ответы обоснуйте.

1. Охарактеризовать растительные ткани: назвать типы тканей; указать местонахождение (в органах или тканях растения); описать особенности строения клеток и межклеточного вещества (клетка – живая или мертвая; стенка клетки – тонкая или толстая, особенности строения органелл); охарактеризовать специфические функции тканей в органе или организме растения.

2. Охарактеризовать ткани животного организма: назвать типы тканей; указать местонахождение (в органах животного); описать особенности строения клеток и межклеточного вещества; охарактеризовать специфические функции тканей в организме.

**Задание 7.2.** Доклады «Перспективные направления и достижения биологических исследований: Нобелевская премия по физиологии или медицине».

1. Премия 1904 г. – Павлов И.П. - За труды по физиологии пищеварения.

2. Премия 2005 г. — За работы по изучению влияния бактерии *Helicobacter pylori* на возникновение гастрита и язвы желудка, двенадцатиперстной кишки.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие клетки и ткани придают механическую прочность растениям?

2. Назовите основные группы клеток соединительной ткани и что составляет основу их классификации?

3. Из каких компонентов состоит нервная ткань?

## **Занятие 8. Классификации организмов – естественные и искусственные**

*Цель работы:* Знакомство с основными определениями и понятиями: классификация, искусственные и научные классификации; используемые методы в классификации.

Классификация как научный метод — прием разделения всех изучаемых предметов на отдельные группы в соответствии с каким-либо важным для исследователя признаком.

Существует два типа классификаций – искусственная и естественная. Искусственные системы (условные или утилитарные) в классификации организмов основывается на одном или нескольких легко выявляемых признаках. Например, растения подразделяют на культурные и дикорастущие, съедобные и ядовитые, лекарственные и кормовые и т. д. Животных подразделяют на домашних и диких, на вредителей полей, садов и огородов, на паразитов человека и животных, на переносчиков возбудителей болезней человека и животных и т. д. Такие классификации создаются и применяются для решения специальных задач и удобны в использовании.

Попытки описывать и группировать организмы предпринимались человеком во все исторические эпохи. В V тыс. до н. э. в Шумере, древнейший центр цивилизации Месопотамия, высокого уровня развития достигла астрономия, химия, математика. Животных делили на 5 групп: рыбы, членистоногие, змеи, птицы и четвероногие. В III тыс. до н. э. древние индусы пользовались десятичной системой счета и знали не менее 760 видов лекарственных растений..

Первые попытки классификации организмов принадлежат античным ученым, так Аристотель (384-322 гг. до н. э.) считал, что общее количество видов растений и животных составляет всего лишь несколько сотен. Всех животных Аристотель делил на животных с кровью (энайма) и без крови (анайма). Первые соответствуют позвоночным, вторые — беспозвоночным. Энайма делятся на живородящих и яйцеживородящих (птицы, яйцекладущие четвероногие, змеи и рыбы), а анайма подразделяются на животных с совершенными яйцами (головоногие, ракообразные), с яйцами особого рода (насекомые, пауки, скорпионы). Аристотель и его

ученик Теофраст (370-285 гг. до н. э.) подразделяли растения на травы, кустарники и деревья, а животных на ряд групп в зависимости от того, где они живут — водные, земные, воздушные. Теофраста описал 400 видов растений, его считают *отцом ботаники*. Плиний Старший описал 155 видов животных, не известных Аристотелю, дал экологическую классификацию их разделив на наземных, водных и воздушных.

По современным оценкам нашу планету населяет около 8-10 млн видов организмов из пяти царств, животных — от 1,5-2млн, растений около 500тыс видов. Но среди животных  $\frac{3}{4}$  видов приходится на долю членистоногих. Позвоночные составляют менее 4% видов, из них половина приходится на виды рыб. Из 3500 видов млекопитающих 2500 относятся к грызунам. В царстве растений около 150 тыс видов покрытосеменных, водорослей — 14 тыс., мхов — 15 тыс. Изучение такого многообразия организмов не возможно без их систематизации и классификации.

Классификация как универсальная методика обеспечивает развитие науки. Для классификации организмов используют ряд методов: описательный, сравнительно-морфологический, палеонтологический, цитогенетический, биогеографический, биохимический, кариологический и др.

В биоэкологических исследованиях могут использовать различные *морфо-экологические классификации* жизненных форм животных и растений. Знание жизненных форм помогает определить специфику биогеоценоза, его структуру и своеобразие условий жизни в нем. Жизненные формы могут быть индикатором условий. Например, В.В. Яхонтов (1969) в морфо-экологической классификации жизненных форм насекомых выделяет:

1. Геобионты — обитатели почвы.
2. Эпигеобионты (*эпи*-над, *сверх*) — обитатели более или менее открытых участков почвы.
3. Герпетобионты (герпето- пресмыкающийся) — живущие среди органических остатков поверхности почвы, под опавшей листвой.
4. Хортобионты — обитатели травяного покрова.
5. Тамнобионты (*тамнос*- кустарник) и дендробионты — обитатели кустарников и деревьев.
6. Ксилобионты — обитатели древесины.
7. Гидробионты — водные насекомые.



Тогда как морфо-экологическая классификация жизненных форм животных по Д.Н. Кашкарову (1945) определяет следующие группы:

1. Плавающие формы — чисто водные (нектон, планктон, бентос) и полуводные (ныряющие, неныряющие, добывающие пищу из воды).
2. Роющие формы — абсолютные землеройки и относительные землеройки.
3. Наземные формы — не делающие нор (бегающие, прыгающие, ползающие), делающие норы, животные скал.
4. Древесные лазающие формы.
5. Воздушные формы.

В экологических группах растений по отношению к составу почвы различают: 1) *олиготрофные* растения, довольствующиеся малым количеством зольных элементов (сосна обыкновенная); 2) *эвтрофные* растения, нуждающиеся в большом количестве зольных элементов (дуб); 3) *мезотрофные* растения, требующие умеренного количества зольных элементов (ель обыкновенная). *Нитрофилы*-растения, предпочитающие почвы, богатые азотом (крапива двудомная). *Галофиты*-растения засоленных почв (солерос, сарсазан, кокпек). Некоторые виды растений приурочены к разным субстратам: *петрофиты* растут на каменистых почвах, а *псаммофиты* заселяют сыпучие пески.

В настоящее время признается относительность любых классификаций. Выдающийся фитоэколог Роберт Уиттекер отмечал, что «любая классификация оправдывается не своими теоретически построениями, а ее полезностью». Отсюда, нет идеальных классификаций, все они по своему важны и значимы.

**Задание 8.1.** Вопросы для обсуждения. Ответы обоснуйте.

1. Что вы понимаете под искусственными системами, когда их стали использовать? Почему утилитарные классификации широко используются?
2. Какие известные методы используют в классификации и систематике организмов?

**Задание 8.2.** Доклады «Перспективные направления и достижения биологических исследований: Нобелевская премия по физиологии или медицине»

1. Премия 2011 г. — За работы по изучению активации врожденного иммунитета.

2. Премия 2013 г. — За открытия в области механизмов регуляции межклеточных взаимодействий.

### **Контрольные вопросы:**

1. Что называют искусственными системами в классификации? Приведите примеры
2. Сформулируйте принципы классификации организмов.
3. Назовите методы и приемы используемые в искусственных и естественных классификациях организмов.

## **Занятие 9. Систематика и таксономия организмов**

*Цель работы:* Знакомство с систематикой как научной классификацией организмов. Изучение иерархических принципов организации систематики.

Наука о классификации организмов называется *систематикой*. В систематике выделяются дисциплины: таксономию, филогенетику, номенклатуру. Как указывал Ч. Дарвин «Всякая истинная классификация есть генеалогическая».

Шведский натуралист Карл Линней (1707-1778) в труде «Система природы» (1735) предложил классификацию организмов, основанную на сходстве строения по принципу иерархии, или соподчиненности, а за наименьшую систематическую единицу принял ВИД. Основы линнеевской систематики сохранились до настоящего времени.

**СИСТЕМАТИКА** — наука описывающая виды, классифицирует их по сложности организации с учетом эволюционного происхождения и степени родства. Современная концепция в систематике является динамической. Она основана не только на использовании названных выше свойств, но и на учете географического распространения, экологических потребностей, генетических механизмов, репродуктивной изоляции классифицируемых организмов. Иерархическая система систематических групп упорядочивает разнообразие, делая органический мир доступным для обозрения, изучения и использования.

**ТАКСОНОМИЯ** — теория научной классификации организмов, формирует *таксоны* (группы), выстраивает «систему орга-

низмов» по принципу иерархичности. Таксоны могут также формироваться путем разделения на инфратаксоны или *трибы*, или путем объединения таксонов в *когорты*. Наиболее естественной группой организмов является *вид*. В современной систематике ВИДЫ (лат. *Species*) объединяются в роды (лат. *genus*), РОДЫ в семейства (лат. *familia*), СЕМЕЙСТВА в отряды (лат. *ordo*), ОТРЯДЫ в классы (лат. *classis*), КЛАССЫ в типы (лат. *typos*), ТИПЫ в ЦАРСТВА (лат. *regnum*).

Следует различать понятия о систематических (таксономических) единицах и таксономических категориях. *Таксономическая категория* обозначает ранг группы (например, вид, род, семейство и т. д.). *Таксономическая единица* — это конкретная, реально существующая группа определенного ранга (например, вид — лютик ползучий (*Ranunculus repens* L.), род — лютик (*Ranunculus* L.), семейство лютиковые (*Ranunculaceae* Juss).

**НОМЕНКЛАТУРА** — совокупность научных названий таксонов. Названия таксонам даются на латинском языке и имеют синонимы на других языках, кроме того виды могут иметь тривиальные (исторические, народные, бытовые) названия возникшие в различные исторические времена — например класс Рептилий могут называть *пресмыкающиеся*, *гады*.

В Систематике используется бинарная номенклатура (двойное название) видов: Воробей полевой (*Passer montanus* L.), Кошка домашняя (*Felis domestica*), где первое слово означает род (по латыни пишется с заглавной буквы) и второе слово — видовое название, затем может стоять сокращенное имя автора, давшего это название: L. — Линней К.

**ФИЛОГЕНЕТИКА** - устанавливает родство между организмами и таксонами на основе эволюционного происхождения.

*Естественная классификация* может быть *филогенетической* или *фенотипической* в зависимости от критерия, положенного в ее основу. Чаще используют филогенетическую классификацию, поскольку она отражает эволюционные связи, в основе которых лежат происхождение организмов и наследование ими определенных признаков.

Принадлежность организмов к тем или иным систематическим группам свидетельствует о том, что большинство промежуточных форм, существовавших в прошлом, вымерло. Если бы виды всех существовавших в прошлом организмов жили до настоя-

шего времени, то классифицировать живой мир на таксономические группы было бы невозможно.

**Фенотипическая** классификация основывается на современных данных о морфологическом, цитологическом и биохимическом сходстве между организмами. Эта классификация может отражать эволюционные связи, но строится она на иной основе. Родословное древо в этом случае называется **дендрограммой**.

**Задание 9.1.** Вопросы для обсуждения. Ответы обоснуйте.

1. Почему в классификации организмов много спорных вопросов?
2. Что понимают под естественными системами и какова их роль в классификации организмов?
3. Какие научные методы, используют в систематике. Какие из них являются главными?

**Задание 9.2.** Доклады «Перспективные направления и достижения биологических исследований: Нобелевская премия по физиологии или медицине»

1. Премия 1973 г. — Лоренц, Тинберг, Фриш — За открытия, связанные с созданием и установлением моделей индивидуального и группового поведения животных.
2. Премия 2017 г. — За открытие и исследование молекулярных механизмов, управляющих циркадными ритмами.

### **Контрольные вопросы**

1. Дайте определение систематике и назовите ее основные разделы.
2. Назовите основные таксоны используемые в систематике.
3. Дать определение вида. Назвать критерии вида. Описать структуру вида.

## **Занятие 10. Правила номенклатуры видов**

*Цель работы:* Знакомство и освоение приемов идентификации организмов с использованием диагностических (определятельных) таблиц.

**Определительные (диагностические) таблицы** значительно облегчают биологу идентификацию организмов. Для определения, используют легко различимые морфологические признаки, такие,

как форма, окраска, число конечностей, сегментов и т.д., а затем сравнивают их с диагностическими признаками отдельных таксонов. Следовательно, определение является фенотипическим, так как при этом целиком полагаются на внешний вид (фенотип) организма. Несмотря на это, большинство диагностических таблиц позволяет определить принадлежность организма к определенному таксону, который является частью естественной филогенетической иерархической классификации.

Существует несколько различных типов диагностических таблиц, самой простой из которых являются дихотомические таблицы. Эти таблицы состоят из пронумерованных (1, 2, 3 и т.д.) парных утверждений (*теза* и *антитеза*), образующих ступень. Каждая ступень представляет отдельный признак. Парные утверждения каждой ступени должны быть противоположными или взаимоисключающими. По мере рассмотрения их по порядку большая группа организмов может постепенно распадаться на все меньшие группы, пока не удастся определить принадлежность неизвестного организма по возможности к самой нижней таксономической группе.

В диагностических (определятельных) таблицах должны приводиться легко различимые морфологические признаки. Они могут быть *качественными*, например форма брюшка (у насекомого) и окраска, или *количественными*, например число волосков и длина стебля. Для определения можно использовать любые признаки, но они при этом должны быть постоянными и не изменяться под влиянием окружающей среды. Поэтому размеры и окраска часто являются плохими показателями, так как они могут изменяться под влиянием окружающей среды, при смене сезонов, с возрастом или в зависимости от состояния организма в момент определения. Выбранные для определения характерные признаки должны по возможности встречаться в двух или более различных формах.

После каждого утверждения стоит число, отсылающее к той ступени, которую необходимо рассмотреть. Если утверждение, содержащееся на данной ступени, находится в соответствии с внешним видом организма, то стоящее после него число указывает номер той ступени, которую необходимо рассмотреть следующей.

Пример работы с диагностическими (определятельными) таблицами:

Группа В. Насекомые прячутся днем в щели стен, полов, кухонную мебель, а при массовом размножении — в корешки книг, платяные шкафы

#### Определительная таблица видов

1 (6) Потребованные насекомые стремительно разбегаются или передвигаются прыжками

2 (5) насекомые имеют бегательные конечности и стремительно разбегаются

2 (3) Длина тела не более 13 мм. Надкрылья прикрывают брюшко у самцов и самок. Буровато-рыжего цвета с двумя темными полосами на переднеспинке. Рис. 3...**Рыжий таракан** (*Blattella germanica* L.)

3 (2) Длина тела более 13 мм. Надкрылья не достигают первого брюшного сегмента у самок. Черного цвета, блестящее, как будто лакированное. Рис. 3 **Чёрный таракан** (*Blatta orientalis* L.)

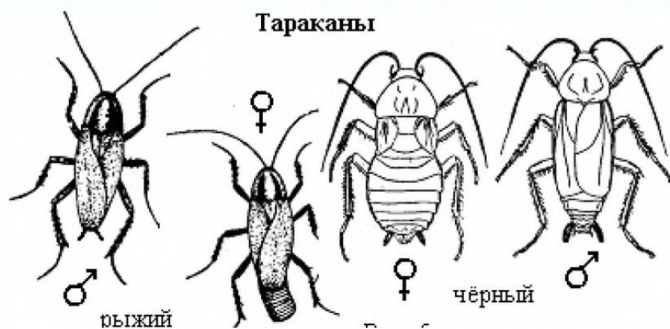


Рис. 3. Тараканы — внешний вид самца и самки

5 (2) Насекомые имеют задние прыгательные ноги и передвигаются короткими прыжками .....**Домовой сверчок** (*Grillus domesticus* L.)

**Задание 10.1.** Работа с определительными (диагностическими) таблицами.

1. Использую «Атлас — определитель беспозвоночных» составить таблицу (по образцу 10.1) теза/антитеза для определения видового названия представителя отряда Двукрылых *Diptera*, сем. Комары *Culicida* (например Комар-пискун).

2. Использую «Атлас — определитель высших растений» составить таблицу теза/антитеза для определения видового названия растений (на примере Земляника обыкновенная).

Таблица 10.1

Диагностическая таблица для определения Земляники

№	теза/антитеза	теза/антиза сле- дующего уровня	номер ступени
1	Деревья или кустарники Травянистые растения		
2	Водное растение Сухопутное растение		
3	Листья .....		
4...10	Цветки ..... и т.д.		

**Задание 10.2.** Доклады «Перспективные направления и достижения биологических исследований: Нобелевская премия по физиологии или медицине»

1. Премия 1965 г. — Жакоб и др. — За открытие генетического контроля синтеза ферментов и вирусов.
2. Премия 1968 г. — За расшифровку генетического кода и его роли в синтезе белков.

### Контрольные вопросы

1. Назовите правила бинарной номенклатуры систематики видов.
2. Как определительные таблицы используются для идентификации организмов?
3. Что такое теза и антитеза?

## Занятие 11. Биология вирусов

*Цель работы:* Знать биологию и уметь давать характеристику вирусам.

**Вирусы** — это паразитические *нуклеопротеидные комплексы*. Наиболее простые вирусы имеют в своем составе только одну молекулу нуклеиновой кислоты (ДНК или РНК, никогда вместе) и оболочку из молекул белка.

В 1852 г. русский ботаник Д. И. Ивановский впервые получил инфекционный экстракт из растений табака, пораженных мозаичной болезнью. В 1898 г. голландец Бейеринк придумал новое слово «вирус» (*лат.* яд), чтобы обозначить инфекционную природу профильтрованных растительных жидкостей.

Вирусы - это мельчайшие живые организмы, размеры которых варьируют в пределах от 20 до 300 нм; в среднем они в пятьдесят раз меньше бактерий. Их нельзя увидеть с помощью светового микроскопа, и они проходят через фильтры, не пропускающие бактерий.

Вирусы обладают следующими свойствами:

- Это мельчайшие живые организмы.
- Они не имеют клеточного строения. Вирусы устроены очень просто.
- Вирусы высокоспецифичны в отношении своих хозяев. Каждый тип вируса способен распознавать и инфицировать лишь определенные типы клеток.
- Вирусы способны воспроизводиться, лишь проникнув в живую клетку. Все они — *облигатные эндопаразиты* (вирусы могут жить, лишь паразитируя внутри других клеток). Большинство из них вызывает болезни.

Для более полного представления о вирусах необходимо знать их происхождение в процессе эволюции. Существует предположение, что вирусы — это генетический материал, некогда «сбежавший» из прокариотических и эукариотических клеток и сохранивший способность к воспроизведению при возвращении в клеточное окружение. Вне клетки вирусы находятся в совершенно инертном состоянии, однако они обладают набором инструкций (генетическим кодом), необходимых для проникновения в клетку и подчинения ее на производство новых вирусных копий. Предполагают, что в процессе эволюции вирусы появились позже клеток.

Строение вирусов очень простое. Они состоят из следующих структур: *сердцевина* — генетического материала, представленного либо ДНК, либо РНК. При этом вирусные нуклеиновые кислоты (ДНК или РНК) может быть одноцепочечными или двухцепочечными;

*нуклеокапсид* — сложной структуры, образованной сердцевиной и капсидом;

*капсид* — защитной белковой оболочки, окружающей сердцевину. Общая форма капсида отличается высокой степенью симметрии, обуславливая способность вирусов к кристаллизации. Это дает возможность исследовать их как методом рентгеновской кристаллографии, так и с помощью электронной микроскопии. Как



только в клетке-хозяине образуются субъединицы вируса, они сразу же могут путем самосборки объединиться в полную вирусную частицу;

**капсомеры** — идентичных повторяющихся субъединиц, из которых часто бывают построены капсиды;

**оболочка** — у некоторых вирусов, таких как ВИЧ и вирусы гриппа, имеется дополнительный липопротеиновый слой, происходящий из плазматической мембраны клетки-хозяина.

*Разновидности вирусов:*

- ДНК-содержащие — содержат одну или две нити ДНК линейной или кольцевой формы (гепатит, герпес, оспа, аденовирусы).
- РНК-содержащие — содержат одну или две нити РНК линейной формы (энтеровирусы, вирус табачной мозаики, ретровирусы=онковирусы, ВИЧ, вирусы раневых опухолей растений, полимиелит, грипп, бешенство).
- Вирин — покоящаяся стадия вируса.
- Вироиды — короткие одноцепочечные молекулы РНК, лишённые капсида (возбудитель раннего старческого слабоумия).
- Бактериофаги (фаги) — вирусы, поражающие бактерии. Наиболее простое строение имеет фаг М13 — используется в генной инженерии в качестве вектора.

### Типы вирусных инфекций

- *Литическая инфекция*: новые вирусные частицы покидают клетку одновременно, при этом клетка-хозяин разрывается и погибает.
- *Персистентная инфекция* (стойкая): новые вирусные частицы покидают клетку-хозяина постепенно, при этом клетка продолжает жить и производить новые вирусы.
- *Латентная инфекция* (скрытая): вирусы воспроизводятся в клетке, но не покидают её, а переходят в новые клетки при делении поражённых.

### Строение и жизненный цикл ретровируса на примере ВИЧ

СПИД вызывается *вирусом иммунодефицита человека* (ВИЧ). Впервые сообщение о СПИДе (синдром приобретенного иммунодефицита человека) появилось в США в 1981 г.

ВИЧ относится к группе вирусов, получивших название *ретровирусов* - название, отражающее следующую особенность этого вируса. Геном ВИЧ состоит из двух молекул однонитевой РНК

[онРНК (ssRNA)], каждая молекула содержит 9200 н.о. Вирус имеет двуслойный капсид и окружен белоксодержащей мембраной. Обычно перенос генетической информации идет в направлении ДНК=> РНК, т. е. информация, закодированная в определенном отрезке ДНК (гене) транскрибируется, т. е. считывается, с образованием соответствующей РНК. У ретровирусов наследуемым генетическим материалом служит РНК и происходит *обратная транскрипция*, т. е. генетическая информация считывается в обратном направлении: от РНК к ДНК. Фермент, участвующий в обратной транскрипции, называется *обратной транскриптазой*. Он широко используется в генетической инженерии.

**Задание 11.1.** Учебный фильм «Репликация ВИЧ».

**Задание 11.2.** Вопросы для обсуждения. Ответы обоснуйте.

1. Что понимают под ретровирусами и каковы особенности их структуры и жизненного цикла?
2. Доступны ли вирусы для классификации? Как классифицируют вирусы?
3. Какова роль вирусов в качестве экспериментальных моделей в молекулярной биологии?
4. Сформулировать гипотезу о происхождении вирусов?
5. Реально ли допущение влияния вирусов на эволюцию организмов, в которых они паразитируют?

**Задание 11.3.** Доклады «Перспективные направления и достижения биологических исследований: Нобелевская премия по физиологии или медицине»

1. Премия 1966 г. – Роус Ф. – За открытие онковирусов.
2. Премия 1975 г. — За открытия, касающиеся взаимодействия между онкогенными вирусами и генетическим материалом клетки.

### **Контрольные вопросы**

1. Как организованы вирусы? Что понимают под ретровирусами?
2. Назовите наиболее известные вирусы человека и болезни, вызываемые этими вирусами.
3. Какова роль вирусов в качестве экспериментальных моделей в молекулярной биологии.

## **Занятие 12. Биология прокариотов (*PROCARYOTA*)**

*Цель работы:* Знать основные характерные признаки прокариотические клетки. Уметь выявлять отличительные свойства прокариотов.

В надцарстве Доядерные организмы (*Procaryote*) выделяют одно царство — царство дробянок (*Mychota*), которое делится на подцарства Архебактерии (*Archaeobacteria*, или *Archaeobacteriobionta*), Настоящие бактерии (*Bacteria*, или *Bacteriobionta*) и Оксифотобактерии (*Oxyphotobacteria*, или *Oxyphotobacteriobionta* — цианобактерии и хлороксибактерии).

Прокариоты в основном одноклеточные организмы, встречаются и колониальные формы. У них нет ядерной мембраны и организованного ядра. Генетический материал у прокариотов представлен молекулой ДНК, находящейся в ядерной (центральной) зоне. Размножаются прокариоты путем простого деления, хотя у некоторых из них отмечается наличие аналога полового процесса в виде конъюгации. Прокариоты — древнейшая группа клеточных организмов, появившихся примерно 3,5 млрд. лет назад. Однако строение этих одноклеточных организмов нельзя назвать простым или примитивным.

Архебактерии являются древнейшими прокариотами. Возможно, что они были самыми первыми организмами на Земле. Подцарство Архебактерии (*Archaeobacteria*) представлено метаногенными, галофильными и серозависимыми бактериями. Известно около 50 видов архебактерий.

Подцарство Настоящие бактерии (*Bacteria*). Бактерии являются обитателями практически всех экологических ниш.

У некоторых бактерий над клеточной стенкой образуются капсулы или слизистые слои — это слизистые или клейкие выделения некоторых бактерий; такие выделения хорошо видны после негативного контрастирования (когда окрашивают не препарат, а фон). Клеточная стенка придает клетке определенную форму и жесткость. По строению клеточной стенки бактерий можно разделить на две группы. Одни *окрашиваются по Граму*, поэтому их называют *грамположительными*, а другие обесцвечиваются при отмывке красителя, и поэтому их называют *грамотрицательными*. В клеточной стенке есть особая жесткая решетка, состоящая из муреина, сеть из полисахаридных цепей, сшитых друг с другом короткими цепями пептидов. У грамотрицательных бактерий, у *Escherichia coli* или у *Azotobacter*, клеточная стенка гораздо тоньше, но устроена она сложнее. Муреиновый слой у этих бактерий снаружи покрыт мягким и гладким слоем липидов. Это защищает

их от лизоцима. Лизоцим обнаружен в слюне, слезах и других биологических жидкостях, а также в белке куриного яйца.

*Жгутики* у бактерий состоят из белка *флагеллина* (похожего на мышечный актин), которые расположены по спирали. Несмотря на волнистую форму жгутиков, они довольно жестки.

На клеточной стенке некоторых грамотрицательных бактерий видны тонкие выросты (палочковидные белковые выступы), которые называются *пили* или *фимбрии*. Они придавая специфическую «липкость» тем штаммам, которые ими обладают. У некоторых бактерий плазматическая мембрана впячивается внутрь клетки и образует мезосомы и(или) фотосинтетические мембраны. *Мезосомы* — складчатые мембранные структуры, на поверхности которых находятся ферменты, участвующие в процессе дыхания. У фотосинтезирующих бактерий в впячиваниях плазматической мембраны находятся фотосинтетические пигменты (в том числе бактериохлорофилл). Сходные мембранные образования участвуют и в фиксации азота.

*ДНК* бактерий представлена одиночными кольцевыми молекулами длиной около 1 мм. В среднем такая ДНК содержит несколько тысяч генов, что примерно в 500 раз меньше, чем в клетке человека.

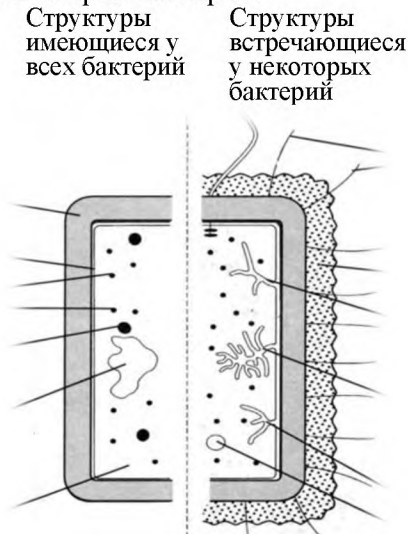
Некоторые бактерии (в основном принадлежащие к роду *Clostridium* или *Bacillus*) образуют *эндоспоры* т. е. споры, находящиеся внутри клетки. Эндоспоры — толстостенные долгоживущие образования, крайне устойчивые к нагреванию и коротковолновому излучению. Они по-разному располагаются внутри клетки, что служит очень важным признаком для идентификации и систематики таких бактерий. Если покоящаяся, устойчивая структура образуется из целой клетки, то она называется *цистой*. Цисты образуют некоторые виды *Azotobacter*.

*Плазмиды и эписомы* — это небольшие фрагменты ДНК, отличающейся от основной массы ДНК. Они часто реплицируются вместе с ДНК хозяина, но не нужны для выживания его клетки.

Плазмиды придают своим клеткам-хозяевам целый ряд особых свойств. Некоторые плазмиды являются «факторами резистентности» (R-плазмиды, или R-факторы), т. е. факторами, придающими устойчивость к антибиотикам. Плазмидные гены определяют устойчивость к дезинфицирующим средствам; способствуют таким заболеваниям, как стафилококковая импетиго; помо-

гают молочнокислым бактериям превращать молоко в сыр; придают способность усваивать такие сложные вещества, как углеводороды, что можно использовать для борьбы с загрязнениями океана или для получения кормового белка из нефти.

**Задание 12.1.** Изучить строение бактериальной клетки по схеме. На рисунке 4 проставить из списка номер структуры имеющиеся у всех прокариотов и отдельно указать структуры встречающиеся у некоторых бактерий.



1	Клеточная стенка
2	Капсула
3	Жгутики
4	Пили
5	Цитоплазма
6	Кольцевая ДНК
7	Плазмида
8	70-S рибосомы
9	Плазматическая мембрана
10	Мезосома
11	Мембрана для фиксации азота
12	Плазмида
13	Запасные питательные вещества

Рис.4. Схема структурной организации прокариотических клеток

**Задание 12.2.** Заполнить таблицу 12.1.

Таблица 12.1

Значение прокариотов в природе и для человека		
№	группа прокариотов	Значение (роль) в природе и для человека
1	Метаногенные бактерии	
2	Галобактерии	
.....		
10		

**Задание 12.3.** Учебный фильм «Микробиология. Единство организмов», «Микробиология. Обмен веществ», «Власть микробов».

### **Контрольные вопросы**

1. Клетки каких организмов обладают способностью фиксировать азот? Какие особые способы питания (обмена веществ) присущи только прокариотам?
2. Что такое плазмиды и эписомы? Какую роль они выполняют? Как эти особенности используются в биотехнологиях?
3. Какие особенности состава и строения клеточной стенки у прокариот? Какое строение имеет клеточная мембрана у бактерий? Какие функции она выполняет?

## **Занятие 13. Биология клетки эукариотов (*EUCARYOTA*)**

*Цель работы:* Знать и уметь распознавать эукариотические клетки и дать их морфофизиологическую характеристику. Уметь находить основные компоненты клетки (ядро, цитоплазму и оболочку) под световым микроскопом и на электронограмме.

В природе не существует некой типичной эукариотической клетки. Но все эукариотические клетки существенно отличаются от прокариотических клеток. Использование электронной микроскопии и других методов позволило установить чрезвычайное разнообразие в структуре клеток. В частности, был установлен мембранный принцип строения внутриклеточных структур и компонентов клетки. Строение клеток животных и растений характеризуется принципиальным сходством, но форма, размеры и масса их чрезвычайно разнообразны. А в организме человека насчитывают более 200 типов разных клеток.

**Задание 13.1.** Учебные фильмы «Клеточный цикл», «Митоз», «Мейоз».

**Задание 13.2.** Изучение электронограммы животных клеток.

Рассмотрите электронограмму животной клетки и найдите:

- кариоплазму (масса различной плотности, лишенная мембранных структур);
- ядерную мембрану (обратите внимание на двух-слойность мембраны и наличие в ней пор);

- эндоплазматическую сеть (упорядоченное, почти параллельное расположение мембран в цитоплазме);
- рибосомы (черные точки, связанные с мембранами эндоплазматической сети);
- митохондрии (овальные тельца, образованные замкнутой двойной мембраной, с отходящими от внутренней мембраны кристами);
- пластинчатый комплекс (неупорядоченная сеть канальцев и цистерн разной величины).

Изучив строение клетки на электронограмме, зарисуйте часть ее, отметив перечисленные выше органоиды клетки.

**Задание 13.3.** Вопросы для обсуждения. Ответы обоснуйте.

1. Сформулируйте основные положения клеточной теории. Как Вы считаете, какова роль этой теории в биологии?
2. Почему клетку определяют в качестве элементарной единицы жизни и в чем заключаются доказательства того, что клетка действительно является элементарной единицей жизни? Что представляют собой межклеточные структуры?
3. Назовите принципиальные различия между клетками-прокариотами и клетками-эукариотами. Является ли одноклеточность признаком прокариот?
4. Назовите и охарактеризуйте компоненты мембранной системы клеток животных. Есть ли мембранная система в клетках растений?
5. Что собой представляет цитозоль? Есть ли у клеток скелет? Как организован цитоскелет и каковы его компоненты?
6. Каковы структура и роль клеточного ядра? Есть ли различия между ядрами клеток животных и клеток растений?

### **Контрольные вопросы**

1. Назовите современные методы микроскопирования.
2. Какие специальные виды микроскопирования позволяют изучать живые клетки?
3. Что такое разрешающая способность оптического прибора? От чего она зависит?
4. Назовите клеточные структуры открытые и изученные с помощью электронного микроскопа?.

## Занятие 14. Закономерности наследования

*Цель работы:* Решение задач по генетике. Научиться прогнозировать проявление нормальных и патологических признаков в потомстве на основании законов Менделя и форм взаимодействия генов.

Наследственность и изменчивость — это важнейшие свойства живого и совместно с размножением определяют бесконечное продолжение жизни, ее непрерывность на всех уровнях организации живого.

Уникальность жизни в генетическом смысле заключается в том, что нуклеиновые кислоты через половые клетки обеспечивают химическую связь между поколениями. Из всех органических молекул способностью к саморепродукции обладают только нуклеиновые кислоты. Между тем, находясь в клетках, они контролируют их структуру и свойства (активность). Противоположным свойством наследственности является изменчивость. Результатом изменчивости является образование новых вариантов организмов, непрерывность разнообразия жизни. Главным методом изучения наследственности организмов является классический генетический (гибридологический) анализ. Основы этого метода были разработаны Г. Менделем, позволившие ему сформулировать основные законы наследования (табл. 14.1).

Таблица 14.1

Основные законы наследования

Название	Автор	Формулировка
Правило единообразия первого поколения гибридов (первый закон)	Мендель, 1865 г.	При моногибридном скрещивании у гибридов первого поколения проявляются только доминантные признаки — $F_1$ фенотипически единообразно
Закон расщепления (второй закон)	Мендель, 1865 г.	При самоопылении гибридов первого поколения в потомстве происходит расщепление признаков в отношении 3:1 — образуются две фенотипические группы — доминантная и рецессивная



Закон независимого наследования признаков (третий закон)	Г. Мендель	При скрещивании двух гомозиготных особей, отличающихся друг от друга по двум и более парам альтернативных признаков, гены и соответствующие им признаки наследуются независимо друг от друга и комбинируются во всех возможных сочетаниях. При дигибридном скрещивании двух дигетерозигот (особей F <sub>1</sub> ) между собой, во втором поколении гибридов (F <sub>2</sub> ) будет наблюдаться расщепление признаков по фенотипу в соотношении 9:3:3:1.
Гипотеза чистоты гамет	Мендель, 1865 г.	Находящиеся в каждом организме пары альтернативных признаков не смешиваются и при образовании гамет по одному от каждой пары переходят в них в чистом виде
Закон сцепленного наследования	Томас Морган, 1911 г.	Сцепленные гены, локализованные в одной хромосоме, наследуются вместе и не обнаруживают независимого распределения
Закон гомологических рядов	Н. И. Вавилов, 1935 г.	Генетически близкие виды и роды характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости

### **Хромосомная теория наследственности (Т. Морган)**

- ✓ Хромосомы с локализованными в них генами - основные материальные носители наследственности.
- ✓ Гены находятся в хромосомах и в пределах одной хромосомы образуют одну группу сцепления.
- ✓ Число групп сцепления равно гаплоидному числу хромосом.
- ✓ В хромосоме гены расположены линейно.
- ✓ В мейозе между гомологичными хромосомами может произойти кроссинговер), частота которого пропорциональна расстоянию между генами.

**Задание 14.1.** Решить задачи по генетике.

#### ***Этапы решения задач:***

- запись генотипов и фенотипов родителей,
- запись возможных типов гамет у каждого родителя,
- запись возможных типов зигот.

- подсчет соотношения генотипов и фенотипов потомства.

**Задача 1.** У крупного рогатого скота комолость (отсутствие рогов) доминирует над рогатостью. Какое потомство можно ожидать от скрещивания комолого быка с рогатыми коровами, если известно, что в прошлом одна из этих коров принесла от этого быка рогатого теленка?

**Задача 2.** У человека карий цвет глаз (В) доминирует над голубым (в); а) гомозиготный кареглазый мужчина женился на голубоглазой женщине. Какой цвет глаз будут иметь их дети? б) гетерозиготная кареглазая женщина вышла замуж за гетерозиготного кареглазого мужчину. Может ли ребенок от этого брака быть голубоглазым?

**Задача 3.** У человека ген полидактилии (шестипалости) (Р) является доминантным по отношению к гену (р), детерминирующему нормальное строение кисти: а) от брака гетерозиготного шестипалого мужчины с женщиной с нормальным строением родились два ребенка, — пятипалый и шестипалый. Определите генотип детей; б) гомозиготный шестипалый мужчина женился на пятипалой женщине. От этого брака родился один ребенок. Определите его генотип и фенотип.

**Задача 4.** Множественный аллелизм проявляется в увеличении числа аллельных генов контролирующих один признак. Так, например в системе АВО группы крови контролируются тремя аллелями: 1 гр.- ОО; 2 гр.- АА, АО; 3 гр. – ВВ, ВО; 4 гр.- АВ ,что меняет представление генотипов в потомстве по сравнению с менделеевским.

Какие группы крови будут наблюдаться в потомстве женщины с I группой крови и мужчины с IV группой крови: а) I; б) II; в) III; г) IV; д) все перечисленные?

**Задача 5.** Определение генотипа родителей по фенотипу потомков:

При скрещивании норок коричневого и голубовато-серого цвета получен приплод, все особи которого имели коричневую окраску. При скрещивании зверьков F<sub>1</sub>-го поколения получен приплод, в котором 167 норок имели коричневый цвет, а 58 — голубовато-серый: а) ген какой окраски является доминантным? б) относится ли этот признак (окраска меха норки) к менделирующим?

**Задание 13.2.** Учебный фильм «Жизнь внутри клетки. Целый мир внутри нас!», «Как передаются гены»

**Задание 13.3.** Доклады «Перспективные направления и достижения биологических исследований: Нобелевская премия по физиологии или медицине».

1. Премия 2016 г. — За открытие механизмов аутофагии.
2. Премия 2018 — За открытие противораковой терапии.

### **Контрольные вопросы**

1. Дайте определение наследственности и объясните, каким образом наследственность определяет непрерывность жизни?
2. Является ли изменчивость свойством (критерием) живого?
3. Какие формы изменчивости вы знаете?

## **Занятие 15. Решение биологических задач**

*Цель работы:* Формирование навыков решения задач по генетике популяций и молекулярной биологии.

Генетически популяция (как живая система и единица эволюции) характеризуется генофондом — совокупностью генов популяции. Закон Харди – Вайнберга определяет, что частота генов (генотипов) в популяции есть величина постоянная и не изменяется из поколения в поколение.

Частота генов в популяции выражается  $p + g = 1$ .

Равновесие генных частот описывается формулой 1.

$$p^2 + 2pg + g^2 = 1 \quad (1)$$

где  $p^2$  — частота доминантных гомозигот (AA);  $2pg$  — частота гетерозигот (Aa);  $g^2$  — частота рецессивных гомозигот (aa).

**Задача 1.** В популяции озерной лягушки появилось потомство — 1680 лягушат с темными пятнами (доминантный признак) и 320 лягушат со светлыми пятнами. Определите частоту встречаемости доминантного и рецессивного генов пятнистости и число гетерозигот среди лягушат с темными пятнами.

Пример решения задачи:

1)  $1680 + 320 = 2000$  особей в популяции

2)  $g^2 = 320/2000$  — частота встречаемости гомозигот по рецессиву

$$g^2 = 0,16; g = \sqrt{0,16} = 0,4$$

3)  $p = 1 - g = 1 - 0,4 = 0,6$  — частота встречаемости доминантного гена.

4)  $2pg = 2 \cdot 0,6 \cdot 0,4 = 0,48 = 48\%$  — из 1680 гетерозигот.

**Задача 2.** Наследование сцепленное с полом.

Почему кошки бывают черепаховой окраски, а коты – нет?

$X^B$ - черная окраска $X^b$ – рыжая $X^B X^b$ – черепаховая окр.	У кошек черепаховый цвет (трехцветная окраска) сцеплен с полом (ген локализован в X-хромосоме)
Возможны: ♀ - кошка	$X^B X^B$ - черная; $X^B X^b$ - черепаховая; $X^b X^b$ - рыжая
Возможны: ♂ - кот	$X^B Y$ - черный $X^b Y$ - рыжий

Определить соотношения фенотипов и генотипов котят от рыжего кота и черепаховой кошки.

**Задача 3.** Задачи по молекулярной биологии

Одина цепь ДНК, выделенная из бактерии, имеет последовательность оснований: 5' ГТАГЦЦТАЦЦАТАГГ 3'. С этой ДНК транскрибируется мРНК, причем матрицей служит комплементарная цепь. Какова будет последовательность нуклеотидов мРНК? Сколько аминокислот кодирует этот участок мРНК?

**Задача 4.** Исследование одного из видов РНК показали, что в её молекуле на долю гуанина приходится 34%, а на долю цитозина 18% всех азотистых оснований. Сколько (в%) гуанина содержится в той части молекулы ДНК, на участке которой в процессе транскрипции образовалась эта РНК?

**Задача 5.** В состав одной цепочки ДНК входит 120 тиминового нуклеотида, что составляет 20% от общего числа всех нуклеотидов. Определить, сколько нуклеотидов адениновых, тиминового, гуаниновых и цитозинового содержится в двух цепочках ДНК?

а) 480 б) 600 в) 960 г) 1200

**Задание 15.2.** Вопросы для обсуждения. Ответы обоснуйте.

1. Что вы знаете о митохондриальном генетическом коде?
2. В чем заключаются различия между ядерным и митохондриальным генетическими кодами?
3. Чем определяются трудности в изучении генетической регуляции действия генов у эукариот?

**Задание 15.3.** Учебные фильмы «Транскрипция», «Регуляция транскрипции», «Сплайсинг мРНК».

## Контрольные вопросы

1. На каких уровнях реализации генетической информации осуществляется генетический контроль экспрессии генов?
2. Каковы структура и свойства генетического кода?
3. Что позволяет считать генетический код универсальным?

## Занятие 16. Биоразнообразие беспозвоночных животных

*Цель работы:* Ознакомиться с филогенетическим древом и биотаксономическим разнообразием беспозвоночных животных.

В 1982 г Маргелис и Шварц (Margulis, Schwartz) предложили филогенетическую систему органического мира, предусматривающую наличие 5 царств (рис. 5).



Рис.5. Филогенетическое древо органического мира (Margulis, Schwartz, 1982)

Наиболее крупные систематические группировки в царстве Животные называют *типами*. За период существования жизни на Земле их было не менее 35. К настоящему времени некоторые из них вымерли; сейчас на Земле обитают животные 26 типов.

По современным оценкам нашу планету населяет около 8-10 млн видов организмов из пяти царств, животных – от 1,5-2млн, растений около 500тыс видов. Но среди животных  $\frac{3}{4}$  видов приходится на долю членистоногих (рис. 6).

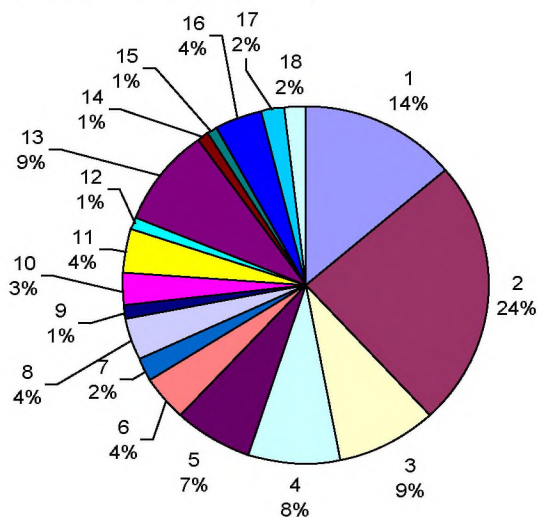


Рис. 6. Биоразнообразие организмов (соотношение видов) : 1. высшие растения - 14%; 2. Жесткокрылые - 24%; 3. Чешуекрылые - 9%; 4. Полу-жесткокрылые - 8%; 5. Двукрылые - 7%; 6. Пауки - 4%; 7. Ракообразные - 2%; 8. Моллюски - 4%; 9. Нематоды - 1%; 10. Позвоночные - 3%; 11. Др. беспозвоночные - 4%; 12. Др. членистоногие - 1%; 13. Др. насекомые - 9%; 15. Вирусы 1%; 16. Бактерии - 1%; 17. Грибы - 4%; 18. Простейшие - 2%; 19. Водоросли - 2%.

**Тип Губки (*Spongia*).** Этот тип представлен наиболее примитивными многоклеточными организмами, клетки которых, однако, дифференцированы. Известно около 3000 видов губок. Будучи обитателями морей, ведут неподвижный образ жизни на дне или на различных подводных предметах.

**Тип Кишечнополостные (*Coelenterata*).** Организмы этого типа являются обитателями в основном морей, но они проникли и в пресные воды. Известно около 9000 видов. Кишечнополостным присуща довольно простая организация. Для них характерна радиально-осевая симметрия. Их тело состоит из экто- и энтодермы,

между которыми находится мезоглея, представляющая собой слой неклеточного вещества.

**Тип Плоские черви (*Plathelminthes*).** К этому типу относят животных, характеризующихся вытянутой уплощенной билатерально-симметричной формой и обитающих в воде, почве, организме растений, животных и человека. Они составляют один из наиболее больших по численности типов животных (около 9000 видов). Тип Круглые черви классифицируют на несколько классов, из которых наибольшее распространение и значение имеет класс Собственно круглые черви (*Nematoda*).

Среди паразитических нематод наиболее известными являются аскарида человеческая (*Ascaris lumbricoides*, рис. 26), угрица кишечная (*Strongyloides stercoralis*), кривоголовка (*Ancylostoma duodenale*), трихинелла (*Trichinella spiralis*) и другие, которые вызывают у человека аскаридоз, стронгилоидоз, анкилостоматоз, трихинеллез (соответственно).

**Тип Круглые черви (*Nemathelminthes*).** Круглые черви характеризуются удлиненным цилиндрическим телом, не имеющим сегментации и ресничек на поверхности. Насчитывают более 10 000 видов этих организмов. Они адаптированы к жизни почти во всех экологических нишах, многие из них являются паразитами растений, животных и человека.

**Тип Кольчатые черви (*Annelides*).** Кольчатые черви, или кольчецы — это высокоорганизованные гельминты, являющиеся обитателями пресных и морских водоемов, почвы и других сред. Насчитывают около 10 000 видов этих животных.

**Тип Членистоногие (*Arthropoda*).** Членистоногие — это высший тип беспозвоночных животных. В его состав входит около 650 000 видов, основная часть которых приходится на насекомых. По количеству видов он является самым процветающим типом в мире животных. Членистоногие распространены во всех средах обитания, являясь существенным компонентом всех экологических систем.

**Тип Мягкотелые (*Mollusca*).** Мягкотелые являются вторым по численности типом после членистоногих (около 80 000 видов). Большинство этих животных обитают в соленых и пресных

**Тип Иглокожие (*Echinodermata*).** Иглокожие представлены 6000 видов животных, являющихся обитателями морей и океа-

нов. Среди них наиболее известными являются морские ежи, морские звезды, голотурии и др.

**Задание 16.1.** Учебные фильмы ВВС: «Жизнь. Насекомые.» «Беспозвоночные изобретатели».

**Задание 16.2.** Вопросы для обсуждения. Ответы обоснуйте.

1. Какие признаки характерны для низших и высших беспозвоночных?
2. На каких принципах основана классификация членистоногих? Какие основные черты прогрессивной эволюции характерны для этой группы беспозвоночных?

### Контрольные вопросы

1. Назовите типы в царстве животных, которые относят к беспозвоночным.
2. В каких типах выявлено наиболее высокое видовое разнообразие?
3. Какая существует филогенетическая связь между моллюсками, членистоногими и хордовыми?

## Занятие 17. Биоразнообразие позвоночных животных

*Цель работы:* Ознакомиться с филогенетическими связями и биологическим разнообразием позвоночных животных.

**Тип Хордовые (*Chordata*).** Хордовые насчитывают более 42 000 видов, обитающих в разных средах.

Хордовых классифицируют на подтипы Бесчерепные (*Acrania*), Личиночнохордовые (*Urochordata*) и Черепные (*Crania*), или Позвоночные (*Vertebrata*).

Подтип Бесчерепные состоит из одного класса — Головохордовые *Cephalochordata*, к которому относится ланцетник (*Branchiostoma lanceolatum*).

Подтип Позвоночные включает следующие классы: Круглоротые *Cyclostomata*, Хрящевые рыбы *Chondrichthyes*, Костные рыбы *Osteichthyes*, Земноводные *Amphibia*, Пресмыкающиеся *Reptilia*, Птицы *Aves* и Млекопитающие *Mammalia*.



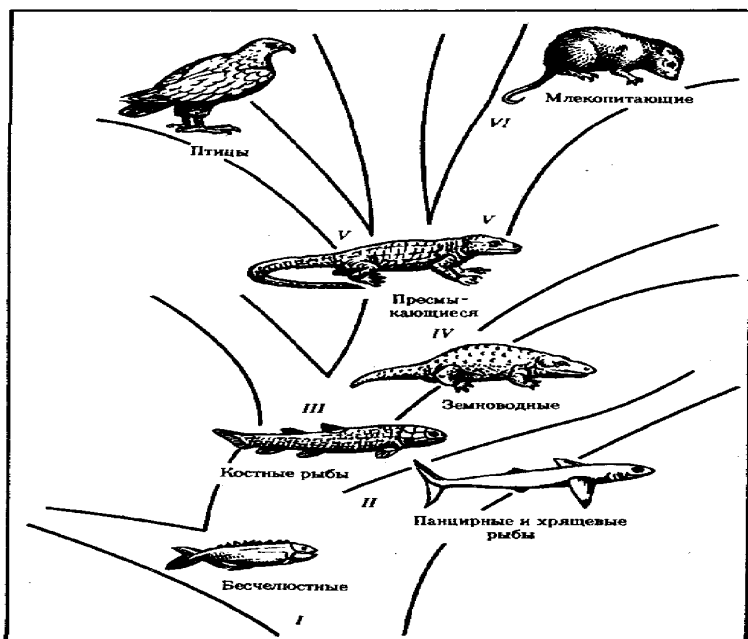


Рис. 7. Узловые моменты в прогрессивной эволюции хордовых:  
 I—появление хрящевого скелета, дифференцировка центральной нервной системы на головной и спинной мозг, II—появление челюстей,  
 III—появление парных конечностей наземного типа и легких,  
 IV—преодоление барьера влажности, V—теплокровность,  
 VI—внутриутробное развитие

Семь классов (рис. 7) типа Позвоночных фактически являются ступенями, соответствующими поэтапному повышению уровня организации в филогенетическом стволе эволюционного древа животного мира.

Класс Хрящевые рыбы (*Chondichthyes*) представлен обитателями в основном морей и океанов. Насчитывают около 730 видов этих рыб. Наиболее известными представителями этого класса являются акулы и скаты

Класс Костные рыбы (*Osteichthyes*) в видовом составе довольно многочисленны (около 1500 видов). Являясь обитателями морских и пресных вод Костных рыб классифицируют на подклассы Лопастеперые (*Sarcopterygii*) и Лучеперые (*Actinopterygii*).

Класс Земноводные (*Amphibia*) объединяет примерно 4000 видов.

Класс Пресмыкающиеся (*Reptilia*) — это первые настоящие наземные позвоночные. Количество видов в этом классе достигает 7000. Животных этого класса подразделяют на отряды Чешуйчатые (*Squamata*), Черепахи (*Chelonina*), Крокодилы (*Crocodylia*) и Первозащеры, или Клювоголовые (*Prosauria*, или *Rhynchocephalia*).

Класс Птицы (*Aves*) — эта систематическая группа представлена около 9000 видов. Обитают по всему земному шару, но наибольшее количество видов сосредоточено в тропиках.

Класс Млекопитающие, или Звери (*Mammalia*) — это наиболее сложноорганизованные позвоночные животные, представляют собой современную процветающую группу. В этом классе насчитывают около 3200 видов.

**Задание 17.1.** Учебные фильмы ВВС: «Жизнь. Рептилии и земноводные», «Рыбы», «Млекопитающие».

**Задание 17.2.** Вопросы для обсуждения. Ответы обоснуйте.

1. Какое значение в понимании эволюции жизни имеет изучение основных отличительных признаков животных принадлежащих к различным типам?
2. С какими ароморфозами связана эволюция амфибий, рептилий, птиц?

### **Контрольные вопросы**

1. Назовите прогрессивные черты пресмыкающихся.
2. Каковы характерные черты позвоночных?
3. Как и когда произошли млекопитающие?

## **Занятие 18. Стратегия сохранения биоразнообразия и принципы охраны природы**

*Цель работы:* Знакомство с принципами охраны природы и необходимостью сохранения биоразнообразия.

Основы охраны ОС (окружающей среды) закреплены в Конституции РФ 1993 г. Конституция провозглашает право граждан на землю и другие природные ресурсы.

«Каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением» (статья 42).

«Каждый обязан сохранять природу и окружающую среду, бережно относиться к природным богатствам» (статья 58).

Систему экологического законодательства возглавляет Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002г. №7-ФЗ. В статье 3 определены *Основные принципы охраны ОС*:

- соблюдение права человека на благоприятную окружающую среду;
- обеспечение благоприятных условий жизнедеятельности человека
- научно обоснованное сочетание экологических, экономических и социальных интересов человека, общества и государства в целях обеспечения устойчивого развития и благоприятной окружающей среды;
- охрана, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов как необходимые условия обеспечения благоприятной окружающей среды и экологической безопасности;
- ответственность органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления за обеспечение благоприятной окружающей среды и экологической безопасности на соответствующих территориях;
- платность природопользования и возмещение вреда окружающей среде;
- независимость контроля в области охраны окружающей среды;
- презумпция экологической опасности планируемой хозяйственной и иной деятельности.

Стратегическая цель государственной политики в области экологии:

- *сохранение природных систем*, поддержание их целостности и жизнеобеспечивающих функций для устойчивого развития общества,
- *повышения качества жизни*, улучшения здоровья населения и демографической ситуации,
- обеспечения *экологической безопасности* страны.

Для этого необходимо: сохранение и восстановление природных систем, их *биологического разнообразия* и *способности к саморегуляции* как необходимого условия существования человеческого общества;

- обеспечение *рационального природопользования* и равноправного доступа к природным ресурсам ныне живущих и будущих поколений людей;
- обеспечение *благоприятного состояния окружающей среды* как необходимого условия улучшения качества жизни и здоровья населения.

На конференции ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992), в работе которой участвовали представители 179 государств и многочисленных общественных организаций, выработана программа всемирного сотрудничества по пресечению нарушений в биосфере со стороны человека и созданию «высокого качества окружающей среды и здоровой экономики для всех народов мира». В «Конвенции о биологическом разнообразии» принятой в Рио-де-Жанейро (1992) определены понятия и термины:

- *Биологическое разнообразие* — означает вариабельность живых организмов из всех источников, включая, среди прочего, наземные, морские и иные водные экосистемы и экологические комплексы, частью которых они являются; это понятие включает в себя разнообразие в рамках вида, между видами и разнообразие экосистем.

- *Биологические ресурсы* — включают генетические ресурсы, организмы или их части, популяции или любые другие биотические компоненты экосистем, имеющие фактическую или потенциальную полезность или ценность для человечества.

- *Генетические ресурсы* — означают генетический материал, представляющий фактическую или потенциальную ценность.

Все формы жизни, все виды живых систем появились, сформировались в ходе эволюции биосферы. Современное биологическое разнообразие для настоящего и будущих поколений человечества является биологическими ресурсами, которые представляют экономическую, интеллектуальную, эстетическую, научную, рекреационную, потенциальную, социальную, образовательную, воспитательную, моральную, этическую, культурную ценности. Хотя надо иметь в виду, что все виды имеют самостоятельную ценность независимо от их ценности для человека.

*Сохранение биоразнообразия* — как элемент государственной экологической политики и условие устойчивого развития страны.

Источниками информации в природоохранной сфере являются:

- Экологический мониторинг;
- Государственные кадастры природных ресурсов;
- Федеральный регистр потенциально опасных химических и биологических веществ — способ государственной регистрации этих веществ;
- Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды

**Задание 18.1.** Вопросы для обсуждения. Ответы обоснуйте.

1. Почему впервые проблема сохранения биоразнообразия прозвучала на международном уровне?
2. Что может означать потенциальная, социальная, моральная, этическая, культурная ценность биоразнообразия?
3. Как можно объяснить один из принципов охраны природы «презумпция экологической опасности планируемой хозяйственной и иной деятельности».

### **Контрольные вопросы**

1. Назовите основные принципы сохранения биоразнообразия и охраны природы.
2. Когда сформулирована «Концепция устойчивого развития и сохранения биоразнообразия»?
3. Какое значение сохранения биоразнообразия для устойчивости биосферы.

### **Рекомендуемая литература и источники**

1. Кузнецова, Т.А. Общая биология. Теория и практика./ Учебное пособие/ Т.А. Кузнецова, И.А. Баженова. 2-е изд., стер. – СПб.: изд. «Лань», 2018. — 144с. <https://e.lanbook.com/reader/book/103906/#1>
2. Пехов, А.П. Биология с основами экологии: Учебник./ А.П. Пехов. 5-е изд., стер. — СПб.: Издательство «Лань», 2007, 2006, 2005, 2002. – 672 с.
3. Тейлор, Д. Биология. / Тейлор Д., Грин Н., Стаут У. В 3-х томах. – М.: «Мир», — 2005.
4. Нефедова, С.А. Биология с основами экологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.А. Нефедова, А.А. Коровушкин, А.Н. Бачурин [и др.]. — СПб.: Лань, 2015. — 368 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=58167](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=58167)
5. Викторова, Т.В. Биология / Т.В. Викторова, А.Ю. Асанов. Учебное пособие (1-е изд.). — М.: Изд. центр «Академия», 2011.

## **Вопросы для подготовки к экзамену:**

1. Определение науки. Перспективные направления биологических исследований. Практическое применение биологических достижений и открытий в науке.
2. Биология как наука о живой материи. Этапы развития биологии.
3. Методология и перспективные направления биологических исследований.
4. Современные методы исследования в биологии.
5. Техника микроскопирования и приготовления микроскопических препаратов.
6. Дать характеристику основных уровней организации живых систем. Принципы иерархичности.
7. Понятие «система». Виды и роль связей в системах. Понятие «открытая система» и «живая» система. Эмерджентные свойства систем.
8. Критерии живого. Химический состав живого вещества. Основные типы биополимеров.
9. Самоорганизующиеся и самовоспроизводящиеся живые системы.
10. Особенности химического состава клеток и организмов. Роль воды в организмах.
11. Свойства живого. Структурно-функциональный принцип организации и клетка, как единица живого. Разнообразие клеточных типов. Основные типы клеток.
12. Строение и основные функции клетки. Клеточный цикл и дифференциация.
13. Основные положения клеточной теории. Методы изучения клеток, тканей, организмов.
14. Метаболизм, направленность и регуляция. Понятие - ассимиляция и диссимиляция.
15. Раздражимость и адаптивность, их значение и пути достижения (привести примеры).
16. Биология индивидуального развития. Теория «критических периодов» и биологические часы.
17. Биоритмы, определение, значение, виды. Связь биоритмов с гео- и гелиоритмами.

18. Понятие онтогенеза и филогенеза. Закономерности развития живых систем и онтогенеза.
19. Размножение - половое и бесполое. Значение полового диморфизма. Происхождение и эволюция способов размножения.
20. Наследственность и изменчивость – как основа способности к развитию и эволюции.
21. Принципы и методы классификации организмов. Систематика, ее подразделения. Таксоны. Правила бинарной номенклатуры.
22. Биоразнообразие и систематика растений.
23. Биоразнообразие и систематика животных.
24. Биоразнообразие микроорганизмов.
25. Определение и критерии вида. Значение международных названий.
26. Представления о развитии живой природы до дарвиновского периода.
27. Дать определение понятиям: эволюция, популяция, вид, макро- и макроэволюция.
28. Основные положения теории эволюции Ч. Дарвина.
29. СТЭ. Современный этап развития эволюционного учения.
30. Доказательства эволюции органического мира: палеонтологические, сравнительно морфологический и эмбриологический, биогеографический.
31. Материал и движущие силы эволюции. Относительная целесообразность приспособленности организмов.
32. Определение биологического прогресса и биологического регресса (примеры).
33. Достижения прикладной генетики, биотехнологии и безопасность человечества.
34. Стратегия сохранения биоразнообразия и охраны природы
35. Концепция устойчивого развития и сохранения биоразнообразия.
36. Значение сохранения биоразнообразия для устойчивости биосферы.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие .....	3
1. Методология биологических исследований .....	4
2. Перспективные направление биологических исследований ...	6
3. Методы изучения клеток .....	8
4. Техника микроскопирования .....	11
5. Приемы отбора образцов для биологических исследований ..	14
6. Методы исследования организмов .....	17
7. Ткани растений и животных .....	19
8. Классификации организмов – естественные и искусственные	20
9. Систематика и таксономия организмов .....	24
10. Правила номенклатуры видов .....	26
11. Разнообразие вирусов .....	29
12. Биология прокариотов .....	32
13. Биология эукариотов .....	36
14. Закономерности наследования .....	38
15. Решение биологических задач .....	41
16. Биоразнообразие беспозвоночных животных .....	43
17. Биоразнообразие позвоночных животных .....	46
18. Стратегия сохранения биоразнообразия и принципы охраны природы .....	48
Рекомендуемая литература .....	51
Вопросы для подготовки к экзамену .....	52



Учебное издание

Гниломедова Лариса Павловна

## ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

Методические указания  
для выполнения практических занятий

Отпечатано с готового оригинал-макета

Подписано в печать 25.01.2021 Формат 60×84 1/16

Усл. печ. л. 3,2 печ. л. 3,43

Тираж 25. Заказ № 483.

Редакционно-издательский отдел ФГБОУ ВО Самарского ГАУ  
446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2

Тел.: 8 939 754 04 86, доб. 608

E-mail: [ssaariz@mail.ru](mailto:ssaariz@mail.ru)



Министерство сельского хозяйства  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«Самарский государственный  
аграрный университет»

Кафедра «Биоэкология и физиология  
сельскохозяйственных животных»

# ЗООЛОГИЯ

Методические указания

Кинель  
ИБЦ Самарского ГАУ  
2021

УДК 590 (07)  
ББК 28.6 Р  
385

**385** Зоология : методические указания / сост. Л. М. Зайцева, Л. П. Гниломедова. – Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2021. – 40 с.

Учебное издание позволит студентам закрепить основные теоретические знания, излагаемые в процессе обучения на лекциях и лабораторно-практических занятиях. Оно предназначено для студентов очной формы обучения факультета «Биотехнология и ветеринарная медицина», обучающихся по направлению подготовки 06.03.01 Биология.

© ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, 2021  
© Зайцева Л. М.,  
Гниломедова Л. П., составление, 2021

## Предисловие

Методические указания по «Зоологии» составлены в соответствии с рабочей программой и предназначена для студентов очной формы обучения факультета «Биотехнологии и ветеринарная медицина», обучающихся по направлению подготовки 06.03.01. Биология.

Цель издания – ознакомить студентов с курсом «Зоологии» – разделом «Биология», в котором изучают животных, их внешнее и внутреннее строение, жизнедеятельность, многообразие, связи со средой обитания, распространение, индивидуальное и историческое развитие, роль в природных сообществах и значение для человека.

Значение основ и механизмов регуляции биологических процессов и функций необходимо в практической деятельности биоэколога. Учебное издание позволит студентам закрепить знания основные теоретические положения, излагаемые в процессе обучения на лекциях и лабораторно-практических занятиях. Каждая тема снабжена теоретической частью, контрольными вопросами для устного опроса и проведения контрольных работ.

Наука «Зоология» (от греч «зоол» – животное, «логос» – учение) изучает животный мир. Современная зоология представляет собой систему наук, изучающих животных с разных точек зрения. Эти науки различаются объектами, задачами и методами исследований.

Задача обучающегося сводится к точному определению особенностей животного мира для дальнейшего анализа. Осуществлять такую задачу могут только те специалисты, которые владеют не только глубокими теоретическими знаниями, но и навыками научно-исследовательской и практической работы. Методические указания помогают обучающемуся, ориентироваться в правильности нахождения информации для выполнения индивидуальных заданий.

Текущий контроль знаний проводится в виде контрольной работы по пройденным темам. Аттестация студентов осуществляется в конце семестра. Студент должен сдавать все контрольные работы, и выполнять разделы по методическим указаниям. Экзамен по зоологии осуществляется по вопросам.

## Занятие 1. Зоология как наука о животных

**Цель занятия:** Ознакомиться с основными определениями и понятиями в зоологии; Отличительные особенности царства животных. Разнообразие животного мира.

**Задания для самоподготовки:** «Зоология» как раздел биологии; основные этапы развития зоологических исследований; животные в системе органического мира; значение животных в биогенном круговороте веществ в биосфере; значение зоологии для теоретической биологии и развитие прикладных отраслей.

**Номенклатура** – совокупность научных названий таксонов. Названия таксонам даются на латинском языке и имеют синонимы на других языках, кроме того виды могут иметь тривиальные (народные, бытовые) названия, возникшие в различные исторические времена – например, класс Рептилий могут называть *пресмыкающиеся, гады*.

В науке Систематика используется бинарная номенклатура (двойное название) видов – *Passer montanus L.* – Воробей полевой, где первое слово означает род (по латыни пишется с заглавной буквы) и второе слово – видовое название, затем может стоять сокращенное имя автора, давшего это название: *L.* – Линней К.

Царство (лат. *regnum*) ЖИВОТНЫЕ  
Тип (лат. *typus*) ХОРДОВЫЕ  
Класс (лат. *classis*) МЛЕКОПИТАЮЩИЕ  
Отряд (лат. *ordo*) ХИЩНИКИ  
Семейство (лат. *familia*) КОШАЧЬИ  
Род (лат. *genus*) КОПКА  
Вид (лат. *Species*) КОПКА ДОМАШНЯЯ

Царство ЖИВОТНЫЕ  
Тип ХОРДОВЫЕ  
Класс МЛЕКОПИТАЮЩИЕ  
Отряд ПРИМАТЫ  
Семейство ГОМИНИДЫ  
Род ЧЕЛОВЕК  
Вид ЧЕЛОВЕК РАЗУМНЫЙ

**Вид** – совокупность особей, имеющих сходное морфо-физиологическое строение, свободно скрещивающихся и дающих плодовитое потомство, с общим эволюционным происхождением и выполняющих определенную роль в природе.

Вид – совокупность особей имеющих общие характерные признаки (критерии):

- морфологические – сходство признаков внешнего и внутреннего строения;
- физиологические – сходство процессов и биоритмов, протекающих в организмах;
- биохимические – сходство химического состава внутренней среды, особенностей метаболизма;

- генетические – определенный набор хромосом, скрещиваемость и плодовитое потомство;
- географические – обитание особей данного вида в пределах общего ареала
- этологический – присущие только данному виду особенности поведения
- экологические – освоение видом экологических ниш., комплекс адаптаций к определённым экологическим факторам.

*Вид* – качественно обособленная форма жизни (уровень живой природы), этап и основная единица эволюционного процесса, имеющий особый генофонд, сформировавшийся в ходе эволюции.

Виды формируют специфические экологические ниши в экосистемах. Особи вида и его популяций обладают общей эволюционной судьбой, возникают, развиваются и вымирают в условиях, создаваемых иерархией экосистем планеты.

**Филогенетика** устанавливает родство между организмами и таксонами на основе эволюционного происхождения; филогенетическое дерево (рис.1).

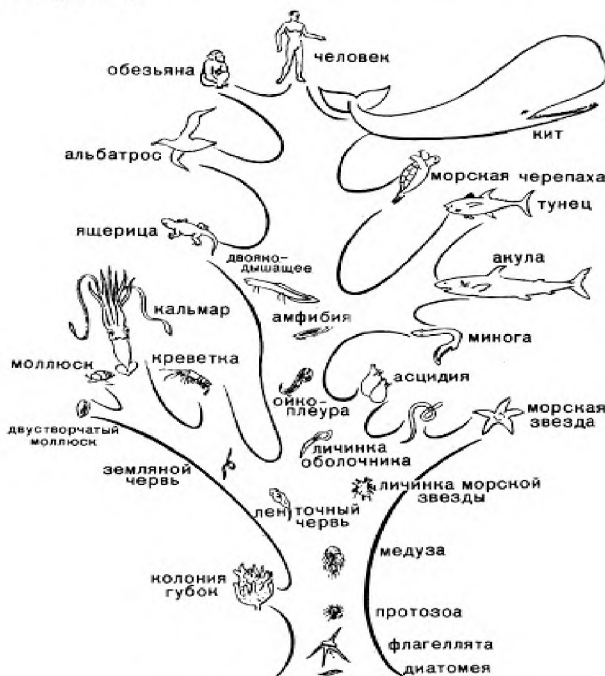


Рис.1. Филогенетическое дерево

**Задание.** Используя пример таблицы 1, привести примеры систематической номенклатуры двух видов беспозвоночных и позвоночных животных.

Таблица 1

**Клеточные организмы беспозвоночных животных**

Империя КЛЕТОЧНЫЕ ОРГАНИЗМЫ	
Царство ЖИВОТНЫЕ	Царство ЖИВОТНЫЕ
Вид	Вид
Империя КЛЕТОЧНЫЕ ОРГАНИЗМЫ	
Царство ЖИВОТНЫЕ	Царство ЖИВОТНЫЕ
Вид	Вид

**Контрольные вопросы**

1. Назовите фамилия ученого, который ввел науку систематику.
2. Перечислите основные критерии вида.
3. Дайте определение науке Систематика, которая включает в себя дисциплины - это.
4. Перечислите задачи зоологии и какие самостоятельные зоологические дисциплины вы знаете.
5. Обоснуйте с какими науками, зоология взаимосвязана.

**Занятие 2. Микроскоп и правила работы с микроскопом**

**Цель занятия.** Ознакомиться с техникой микроскопирования. На основе знаний устройства светового микроскопа освоить технику приготовления временных и постоянных препаратов.

**Задания для самоподготовки:** основные части микроскопа, их назначение и устройство; правила работы с микроскопом; современные методы изучения клеток.

**Оборудование.** Микроскопы МБР-1, МБИ-1, Биолам, МБС-1. Таблицы: схемы устройства микроскопов, отдельных их частей, хода лучей между конденсором и объективом.

Микроскопия позволяет наблюдать мелкие объекты. Увеличение достигается системой линз объектива и окуляра.

Световая микроскопия (увеличение до 8000 раз; разрешение 0,2 мкм), Электронная микроскопия (увеличение до 100 000 раз; разрешение 0,1 нм).

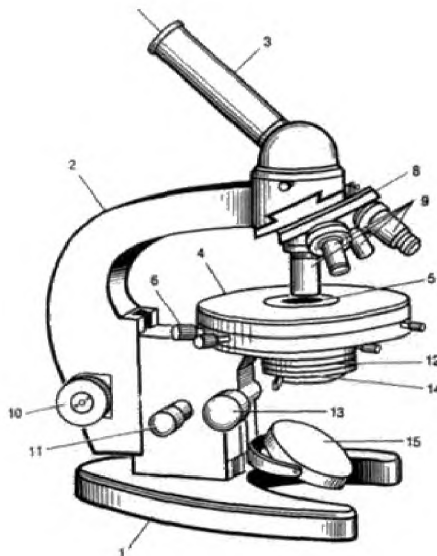


Рис. 1. Микроскоп МБР-1:

- 1 – основание (штатив); 2 – тубусодержатель; 3 – тубус; 4 – предметный столик;  
 5 – отверстие предметного столика; 6 – винты, перемещающие столик;  
 7 – окуляр; 8 – револьвер; 9 – объектив; 10 – макрометрический винт  
 (кремальера); 11 – микрометрический винт; 12 – конденсор;  
 13 – винт конденсора; 14 – диафрагма; 15 – зеркало

### Контрольные вопросы

1. Используя рисунок 1, укажите из каких частей состоит микроскоп.
2. Обоснуйте необходимость, иммерсионного увеличения.
3. Перечислите механическую часть микроскопа.
4. Перечислите оптическую часть микроскопа.
5. Опишите метод фазово- контрастная микроскопия.

### Занятие 3. Подцарство одноклеточные. Тип простейшие

**Цель занятия:** Изучение признаков типа Простейшие. Уметь идентифицировать представителей различных классов, давать характеристику экологии представителей. Научится применять методику изучения простейших, микрокопирование.

**Задания для самоподготовки:** общая характеристика типов и классов Простейших; основные представители; особенности размножения и жизненные циклы; экология простейших.



## Общая характеристика подцарства

1. *Простейшие* – микроскопические одноклеточные животные.
2. Обитатели воды, влажных почв, многие ведут паразитический образ жизни.
3. Клетка простейшего – одноклеточный организм.
4. Жизненные функции выполняются органеллами и органоидами.
5. Некоторые простейшие образуют колонии -колониальные простейшие.
6. Размножение – бесполое и половое.
7. Простейшие способны к инцестированию.

### Классификация (Типы):

1. Саркомастигофоры
2. Апикомплексы
3. Микроспоридии
4. Миксоспоридии
5. Ресничные или инфузории.

**Задание 1.** Дать сравнительную характеристику строения и функций представителям Protozoa.

Таблица 2

Характеристика основных типов Protozoa

Характерные признаки	Sarcomastigophora	Apicomplexa	Ciliophora	Microspora	Myxozora
Форма тела					
Органеллы движения					
Органеллы питания					
Сократительная вакуоль					
Ядерный аппарат					
Размножение					
Половой процесс					
Жизненный цикл					
Значение в природе					
Представители					

**Задание 2.** Используя рисунок 2, жизненного цикла дизентерийной амебы (*Entamoeba histolytica*), выучить основные способы размножения.

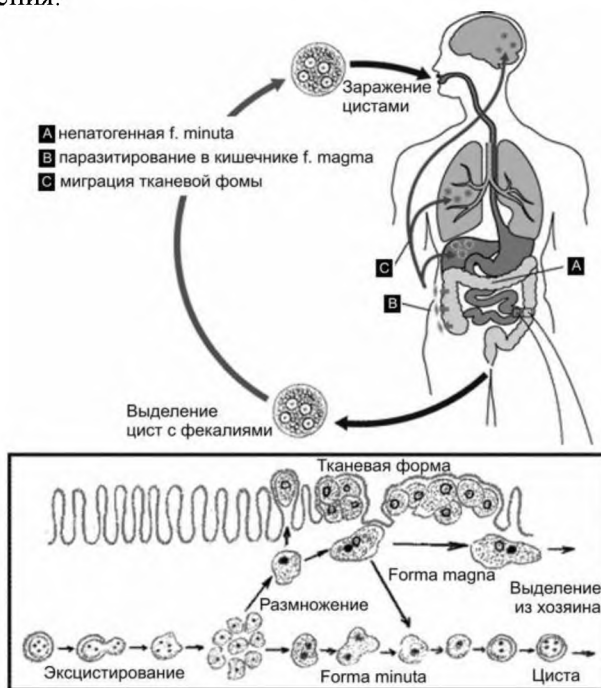


Рис. 2. Схема строения жизненного цикла дизентерийной амебы

**Задание 3.** Изучить жизненный цикл малярийного плазмодия (рис. 3).

### Жизненный цикл Малярийного плазмодия Класс Споровики (SPOROZOA).

Патогенные простейшие класса СПОРОВИКИ (SPOROZOA) имеют важное медицинское значение, т.к. вызывают тяжелые заболевания человека и животных. Относительное упрощение строения споровиков связано с внутриклеточным паразитированием. Жизненные циклы споровиков характеризуются высокой сложностью, сопровождаются сменой хозяев и чередованием разных форм размножения – бесполого и полового. У человека паразитируют 4 вида малярийных плазмодиев:

- Возбудитель трехдневной малярии – *Plasmodium vivax*;
- Возбудитель четырёхдневной малярии – *Plasmodium malaria*;
- Возбудитель тропической малярии – *Plasmodium falciparum*;
- Возбудитель малярии овале – *Plasmodium ovale*.

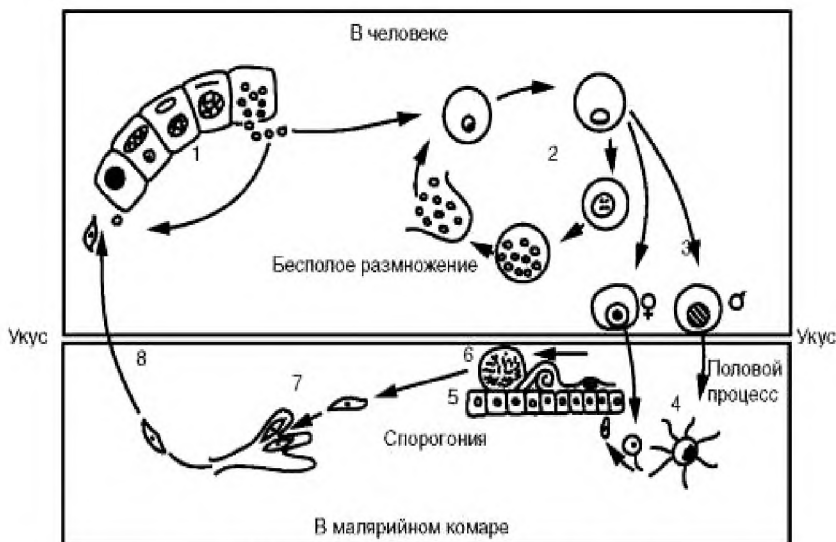


Рис. 3. Жизненный цикл *Plasmodium falciparum*

### Контрольные вопросы

1. Перечислите особенности организации одноклеточных.
2. Как называется половое и бесполое размножение простейших.
3. Как называется характер питания простейших.
4. Обоснуйте особенность строения колониальных форм простейших.
5. Дайте характеристику Простейшим как -возбудителям болезней человека и животных. Их значение в сельском хозяйстве.

### Занятие 4. Подцарство Многоклеточные. Гельминтология

**Цель занятия.** Сформулировать понятие Онтогенез, как свойство организмов. Сформулировать типы онтогенеза, общие закономерности. Изучить характерные черты строения и жизнедеятельности гельминтов.

Рассмотреть основные признаки размножения плоских червей, круглых и кольчатых червей.

**Задания для самоподготовки:** признаки подцарства многоклеточные; отличительные особенности классов типа Плоские и Круглые черви, Кольчатые; основные представители, особенности организации паразитических червей, экология червей.

**Материал и оборудование. Микропрепараты:** системы печеночного сосальщика; головки свиного и бычьего солитеров; зрелый членик свиного солитера; поперечный срез аскариды, острицы и кольчатого червя. *Микроскопы.*

### **Многоклеточные (METAZOA). Двухслойные животные.**

Тип: I. Губки;

II. Кишечнополостные;

III. Гребневики;

Тип: Губки;

Классификация:

Класс: 1. Стекланные губки;

2. Известковые губки;

3. Обыкновенные губки.

**Задание 1.** Дать общую характеристику типа Губки (используя предложенный список).

1. Место обитания животных;
2. Образ жизни;
3. Слойные животные (одно, двух, трехслойные);
4. Нервная система;
5. Скелет (минеральный или органический);
6. Питание;
7. Размножение;
8. Развитие.

Тип Кишечнополостные

Класс: 1. Гидроидные;

2. Сцифоидные;

3. Коралловые полипы.

**Задание 2.** Изучить цикл размножения Гидроидных (*Hydrozoa*) по схеме на рисунке 4.

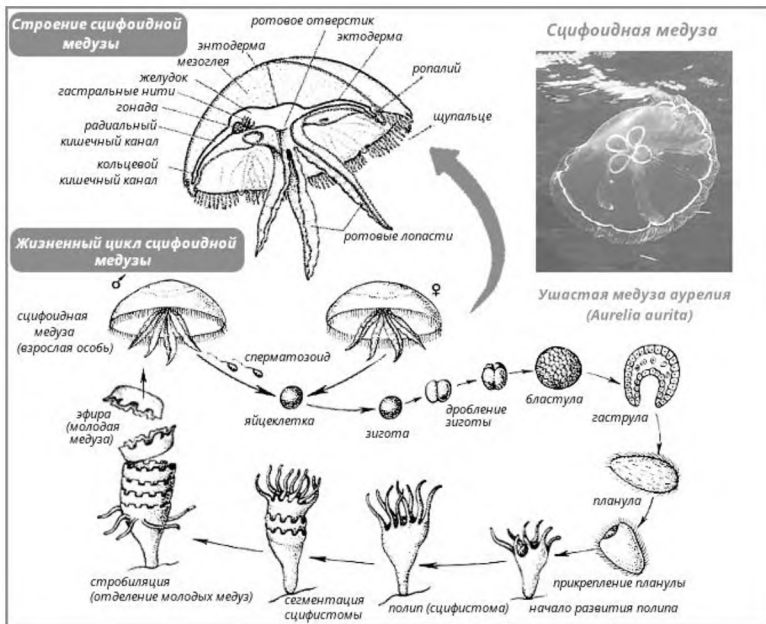


Рис.4.Схема размножения гидроидных (*Hydrozoa*)

### Классификация

- Класс. 1. Ресничные черви;  
 2. Сосальщики;  
 3. Моногенеи;  
 4. Ленточные черви.

**Задание 3.** Используя список, изучить общую характеристику типа Плоские черви (*Plathelminthes*).

1. Плоские черви сколько слойные животные;
2. Симметрия тела;
3. Сегментированное тело;
4. Целом;
5. Форма тела
6. Голова и специальные органы;
7. Кишка;
8. Органы размножения.

**Задание 4.** Используя лекции и учебник, изучить цикл размножения Класс Сосальщнки *Trematoda* , свиного цепня *Taenia solium*, невооруженного *Taeniarhynchus saginatus* рисунок 5, 6, 7.

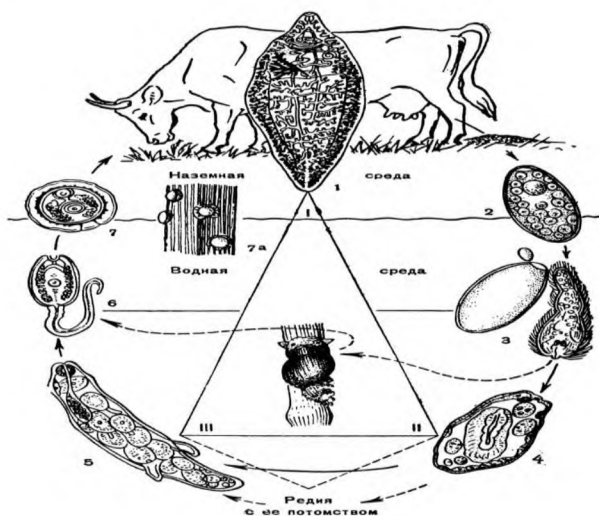


Рис. 5. Цикл размножения тип плоские черви, Класс Сосальщнки (*Trematoda*)

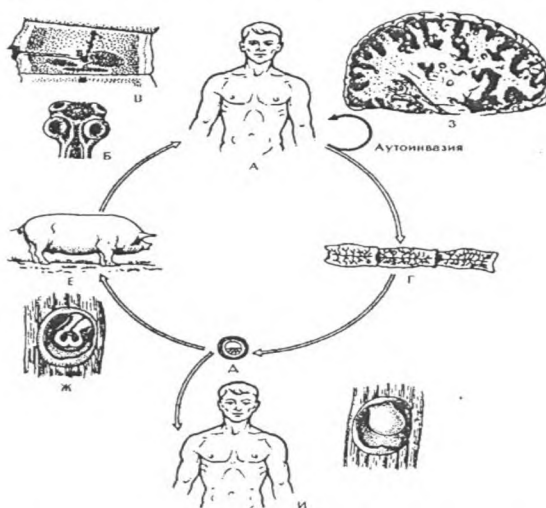


Рис. 6. Жизненный цикл Свиного цепня (*Taenia solium*)

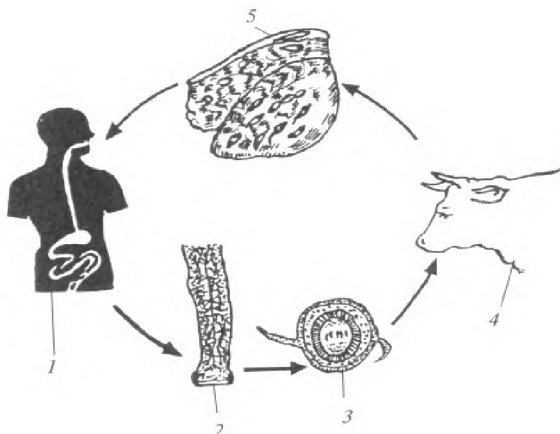


Рис.7. Невооруженный Бычий цепень *Taeniarhynchus saginatus*

### Тип Круглые или первичнополостные черви Классификация

- Класс: 1. Брюхоресничные;  
2. Коловратки;  
3. Волосатики;  
4. Собственно круглые черви.

**Задание 5.** Изучить общую характеристику типа Круглые черви (*Nematoda*, *Nemathilmentes*)

1. Круглые черви какое количество имеют слоёв;
2. Симметрия тела (асимметричные, двусторонняя, радиальная);
3. Сегментированное тело;
4. Целом имеется или нет;
5. Форма тела;
6. Чем покрыто тело – кутикула, хитин, кожа, гиподерма;
7. Какие мышцы осуществляют движение червя;
8. Кишка – (отсутствует, сквозная, слепо замкнута, разветвленная);
9. Нервная система;
10. Органы размножения (отсутствуют, раздельнополые, гермафродиты);
11. Газообмен осуществляется;

## Тип Кольчатые черви (*Annelida*)

### Классификация

- Класс: 1. Многощетинковые;  
2. Малощетинковые;  
3. Пиявки;

**Задание 6.** Изучите характерные признаки типа Кольчатые черви (*Annelida*) используя учебник и лекции.

Таблица 3

Сравнительная характеристика классов

Признаки	Класс <i>polychaeta</i>	Класс <i>oligochaeta</i>	Класс <i>hirudinea</i>
Среда обитания			
Голова обособлена			
Параподии			
Наличие пояска			
Строение кишки			
Кровеносная система			
Дыхание			
Жизненный цикл			
Представители			
Значение в природе			

### Контрольные вопросы

1. Какие ароморфозы характерны для типа Кольчатые черви?
2. Перечислите особенности размножения и развития кольчатых червей.
3. Укажите признаки дегенерации пиявок в связи с паразитизмом.
4. Какие особенности размножения и развития кольчатых червей.
5. Какая полость тела у кольчатых червей, чем она отличается от полости тела круглых червей?

## Занятие 5. Тип членистоногие.

### Основные классы и их общая характеристика

**Цель работы.** Подробно изучить обзор типов трехслойных вторичнополостных первичноротых животных.

**Задания для самоподготовки:** особенности организации Членистоногих, их разнообразие, изучить отряды клещей и их представителей: аргазового, чесоточного, дермацентора, таежного клеща.

### Классификация Ракообразных

Подкласс 1. Жаброногие;



Отряды 1) Жаброногие *Branchiopoda*;  
 2) Лестоногие;  
 Подкласс 2. Челюстиногие;  
 Отряды: 1) Веслоногие (циклоп);  
 2) Усоногие раки (морские уточки, морские желуди);  
 3) Карпоеды;  
 Подкласс 3. Ракушковые;  
 Подкласс 4. Высшие раки;  
 Отряд 1) Разноногие *Isopoda* (бокоплавы);  
 2) Равноногие (мокрица, водяной ослик);  
 3) Десятиногие *Decapoda* (креветки, лангусты, омары, крабы, речной рак).

**Задание 1.** Пользуясь лекциями и учебником рассмотрите строение Речного рака – *Potamobius* (рис. 8) и укажите характерные признаки (табл. 4).

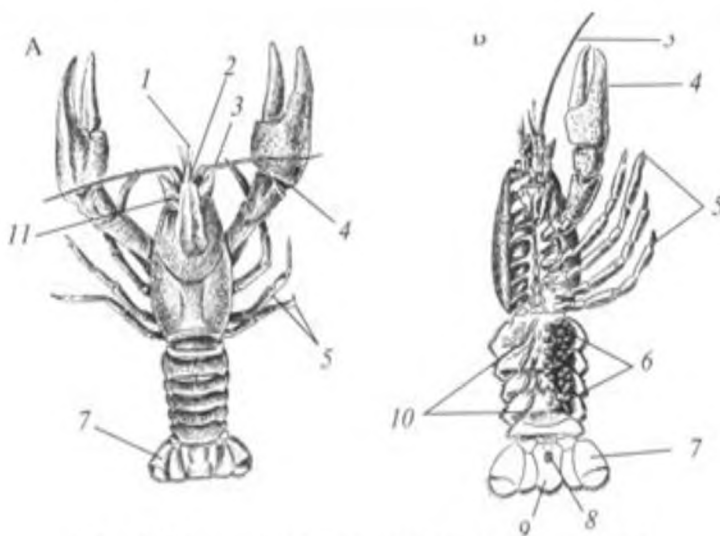


Рис. 1. Внешний вид речного рака со спинной (А) и с брюшной стороны (Б):

1 – антеннулы; 2 – рострум; 3 – антенны; 4 – клешни первой пары ходильных ног;  
 5 – ходильные ноги; 6 – развивающиеся яйца; 7 – шестая пара брюшных ножек  
 (плавательные пластинки); 8 – анальное отверстие; 9 – тельсон;  
 10 – брюшные ножки; 11 – глаза

## Характеристика Речного рака

Признаки	Их особенности
Среда обитания ракообразных	
Отделы тела	
Пищеварительная система	
Пища	
Дыхательная система	
Кровеносная система	
Нервная система	
Выделительная система	
Половая система	

**Класс Паукообразные ARACHNIDA****Классификация Паукообразных**

Классы 1. Меченосцы MEROSTOMATA;

2. Ракоскорпионы SCORPIONES;

3. Паукообразные ARACHNIDA;

Подклассы 1) Пауки;

2) Клещи.

**Задание 2.** Изучите внешнее и внутреннее строение паука. (рис. 9) и укажите характерные признаки (табл. 5) (пользуясь конспектами лекций и учебником).

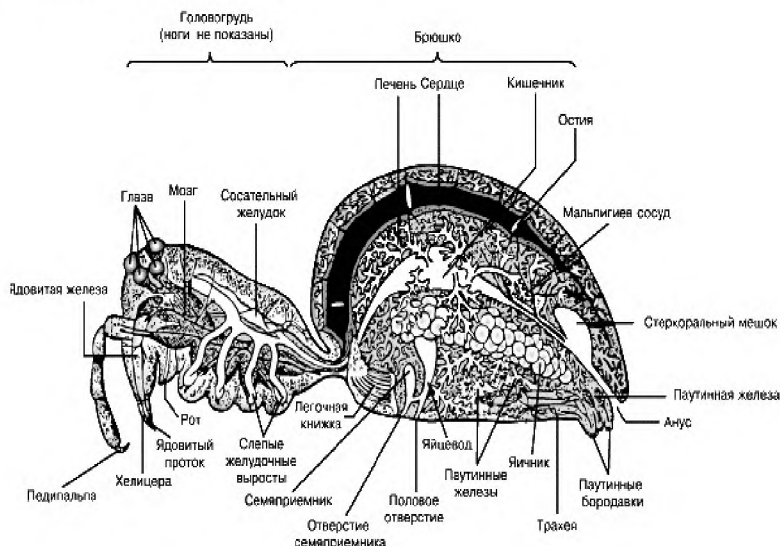


Рис. 9. Внешнее и внутреннее строение паука

## Характеристика Паукообразных

Признаки	Их особенности
Среда обитания паукообразных	
Основные отряды, количество видов	
Отделы тела	
Пищеварительная система	
Пища	
Дыхательная система	
Кровеносная система	
Нервная система	
Выделительная система	
Половая система	

## Систематика

Отряды: 1. Акариформные клещи;

Семейства: 1) панцирные клещи;

2) амбарные клещи (мучной клещ, сырный);

3) зудни (чесоточный клещ);

4) паутиновые клещи (злаковый клещ, паутиновый клещ).

2. Паразитиформные клещи;

Семейства: 1) аргасовые клещи персидский клещ);

2) пастбищные клещи (собачий, таежный, дерма-центр, кожерез);

3) гамазовые (клещ варроа).

**Задание 3.** Изучить внешнее строение и стадии развития Таежного клеща рисунок 10 (п/тип *Chelicerata* класс *Arachnoidea*, вид – *Ixodes Persulcatus*).

**Паразитиформные** клещи (лат. *Parasitiformes*) — надотряд паукообразных из подкласса клещей, группу традиционно подразделяют на три отряда *Ixodida*, *Holothyrida* и *Mesostigmata*. Иксодовые клещи являются основными переносчиками распространения заболеваний: бешенства, энцефалита, бруцеллеза, туляремии, спирохетозов, лихорадки Ку и др.

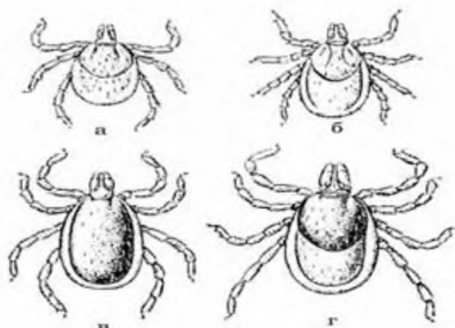


Рис. 10. Таежный клещ самка:  
а – личинка; б – нимфа; в – вид с брюшка; г – вид со спины

### Контрольные вопросы

1. Перечислите особенности строения членистоногих.
2. Обоснуйте, что общего в строении ракообразных и кольчатых червей?
3. Перечислите какие, основные признаки класса насекомых.
4. На какие подклассы и отряды делится класс паукообразных?
5. Какое экологическое значение имеют клещи:

## Занятие 6. Систематика основных отрядов Насекомых

**Цель работы.** Подробно изучить систематику насекомых.

**Задания для самоподготовки:** изучить отряды насекомых с полным и неполным превращением, используя учебник и лекции; общая морфофункциональная и экологическая характеристика классов.

### Классификация Членистоногих

Надклассы 1. Многоножки;

2. Шестиногие (насекомые);

Надкласс Многоножки;

Класс 1. Двупорноногие или Кивсяки (кивсяк);

2. Губоногие (сколопендра).

Червеобразные трахейнодышащие, с гомономной или гетерономной сегментацией тела. Все сегменты тела несут одноветвистые конечности. Трахейная система в виде парных пучков в каждом сегменте туловища.

### **Надкласс Шестиногие или Насекомые.**

Тело разделено на голову, грудь и брюшко. Грудь состоит из трех сегментов, каждый сегмент который несет по паре конечностей. Трахейная система единая. У большинства насекомых на груди имеется 2 пары крыльев.

Классы: **I. Скрыточелюстные насекомые;**

**II. Открыточелюстные насекомые;**

Подкласс **1) Первичнобескрылые;**

**2) Крылатые;**

**Задание 1.** Пользуясь рисунком 11, рассказать из каких отделов и систем состоит животное, что отмечено цифрами.

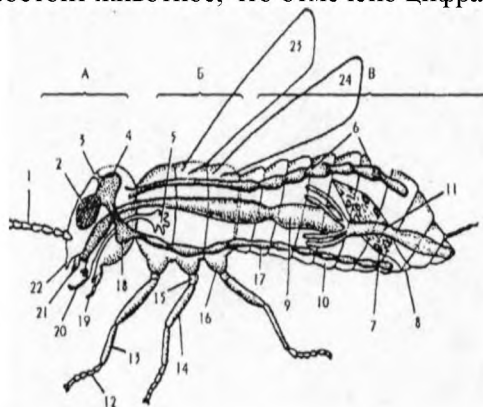


Рис. 11. Комнатная муха (*Musca domestica*)

**Задание 2.** Используя список, изучить основные признаки подклассов и основных отрядов.

Подклассы: **1) Первичнобескрылые**

**2) Крылатые**

1. Отряд Стрекозы (*Odonata*) — коромысло, лютки, красотки, стрекозы;
2. Отряд Таракановые (*Blattoidea*);
3. Отряд Термиты (*Isoptera*);
4. Отряд Прямокрылые (*Orthoptera*) — саранча, кузнечик, медведки;
5. Отряд Равнокрылые (*Homoptera*) — тли, цикады, листоблошки, червецы;

6. Отряд Полужесткокрылые Клопы (*Heteroptera*) – водомерки, гладыши, клоп-солдатик;
7. Отряд Сетчатокрылые (*Neuroptera*) – муравьиный лев, золотоглазка;
8. Отряд Чешуекрылые, или Бабочки (*Lepidoptera*);
9. Отряд Перепончатокрылые (*Hymenoptera*) – муравьи, пчелы, осы, пилильщики;
9. Отряд Двукрылые, или Мухи (*Diptera*) – комар, слепень, журчалки, оводы;
10. Отряд Жесткокрылые, или Жуки (*Coleoptera*) –жужелица, плавунцы, усачи, щелкун.

**Задание 3.** Провести сравнительную характеристику классов (табл. 12) (используя учебники и лекции).

Таблица 12

Сравнительная характеристика классов типа Членистоногие

Признаки	Класс <i>crustacea</i> – Ракообразные	Класс <i>arachnoidea</i> – Паукообразные	Класс <i>insecta</i> – Насекомые
Среда обитания			
Головогрудь (границы обособлены)			
Антенны			
Глаза			
Число ног			
Органы газообмена			
Кровеносная система			
Жизненный цикл			
Экологическое значение			

### Контрольные вопросы

1. Какие признаки характерны для внешнего строения насекомых.
2. Перечислите из каких сегментов состоит грудь насекомых.
3. Какие особенности характерны для внутреннего строения насекомых?
4. Выделительная система представлена анальным отверстием?
5. Какого типа, нервная система у насекомых?
6. Чем представлена выделительная система у насекомых?

## Занятие 7. Тип Моллюски

**Цель занятия.** Ознакомиться с основными классами типа Моллюски. Значение и экология моллюсков.

**Задания для самоподготовки:** тип Моллюски; морфофизиологическая характеристика типа, классов и представителей моллюсков, разнообразие и практическое значение моллюсков.

### Классификация

Класс I. Двустворчатые;

II. Брюхоногие;

Подклассы 1. Переднежаберные;

2. Заднежаберные;

3. Легочные;

III. Головоногие.

**Задание 1.** Пользуясь конспектами лекций и учебниками, изучите общую характеристику Моллюсков.

Таблица 13

Общая характеристика Моллюсков

Признаки Mollusca	Их особенности
Среда обитания Моллюсков	
Количество видов	
Основные отряды	
Отделы тела	
Пищеварительная система	
Пища	
Дыхательная система	
Кровеносная система	
Нервная система	
Выделительная система	
Половая система	
Происхождение	

### Контрольные вопросы

1. Как называется складка кожи, полностью или частично покрывающая тело моллюсков снаружи?
2. Из каких слоев состоит раковина моллюсков?
3. Чем представлена вторичная полость у моллюсков?
4. Какая железа характерна для пищеварительной системы моллюсков?
5. Можно ли утверждать, что кровеносная система у моллюсков замкнутого типа?

## **Занятие 8. Общая характеристика типа Хордовые, Надклассы рыбы**

**Цель занятия:** Уметь выявлять характерные признаки типа Хордовых. Указать основные признаки хордовых у низших организмов асцидия. На основе знаний о строении и жизненном цикле ланцетника дать сравнительную характеристику класса Бесчерепных.

**Задания для самоподготовки:** общие признаки хордовых животных; строение низших хордовых на примере асцидии и ланцетника.

### **Классификация**

Подтип I. Личиночохордовые или Оболочники;

II. Бесчерепные;

III. Позвоночные или Черепные.

**Задание 1.** Дать общую характеристику типа Хордовые. Ответить на вопросы:

1. Перечислите сколько видов современных хордовых животных известно науке?
2. Чем представлен скелет хордовых?
3. Где расположена центральная нервная система хордовых?
4. Какое строение имеет центральная нервная система?
5. Что характерно для глотки хордовых животных?
6. Что характерно для кровеносной системы хордовых?
7. Где расположено сердце хордовых?
8. В каком направлении движется кровь по брюшному сосуду?
9. Почему хордовые относятся к вторичноротым животным?

Подтип I. Личиночохордовые или Оболочники

2. Бесчерепные.

**Задание 2.** Рассмотреть схему «Строение Ланцетника» и найти на рисунке 12: хорду, нервную трубку, ротовую полость, глотку с жаберными щелями, печеночный вырост, кишечник, анальное отверстие, околожаберную полость, отверстие околожаберной полости (атриопор), брюшную аорту, спинную аорту.



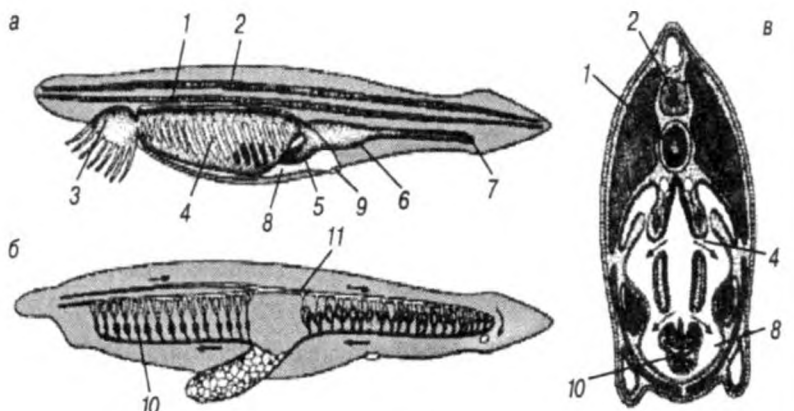


Рис. 12. Строение ланцетника

**Задание 3.** Пользуясь конспектами лекций и учебниками, изучите сравнительную характеристику Ланцетника.

Таблица 14

Сравнительная характеристика кольчатых червей и ланцетника

Признаки	Кольчатые черви	Ланцетник
Скелет		
Тип кровеносной системы		
Наличие сердца		
Направление движения крови		
Органы дыхания		
Органы выделения		
Нервная система		

### Контрольные вопросы

1. Кто впервые описал ланцетника?
2. Какова длина ланцетника?
3. Каково систематическое положение ланцетника?
5. Где расположена нервная трубка у ланцетника?
6. Дайте характеристику, имеется ли у ланцетника головной мозг?
7. В каком направлении движется кровь по брюшной и по спинной аортам?
8. Какие зародышевые листки формируют все системы органов ланцетника?

## Занятие 9. Систематика основных отрядов Хрящевых и Костных рыб

**Цель занятия:** На примере класса Костистых рыб изучить характерные признаки подтипа Позвоночные. На основе знаний о строении и среде обитания рыб, дать характеристику адаптации представителей надкласса Рыб.

**Задания для самоподготовки:** подробно рассмотреть и изучить систематику хрящевых и костных рыб, изучить систематические признаки таксонов, у представителей типа хордовые и условия их обитания.

### Классификация

Анамнии	1. Круглоротые	Бесчелюстные
	2. Хрящевые рыбы	Челюстноротые
	3. Костные рыбы	
	4. Земноводные	
Амниоты	5. Пресмыкающиеся	
	6. Птицы	
	7. Млекопитающиеся	

*Анамнии* – это группа животных, включающая позвоночных животных, не имеющих зародышевых оболочек. Анамнии связаны в своём существовании с водной средой, в которой они проводят либо всю жизнь, либо начальные стадии (яйцевые и личиночные).

**Задание 1.** Изучить сравнительную характеристику рыб (табл. 15), используя конспекты лекций и учебник.

Таблица 15

Сравнительная характеристика рыб

Признаки	Костные рыбы	Хрящевые рыбы
Голова		
Челюсти		
Ноздри		
Глаза		
Жаберные крышки		
Зубы		
Покровы тела		
Парные конечности		
Непарные конечности		
Боковая линия		
Размножение		
Жизненный цикл		
Представители		

**Задание 2.** Используя список, изучить систематическую характеристику основных отрядов.

### **Подкласс Лучеперые**

#### **Надотряд Ганойдные**

1. Отряд Осетрообразные (*Acipenseriformes*) – осетр, севрюга, белуга, стерлядь;

#### **Надотряд Костистые рыбы**

1. Отряд Сельдеобразные (*Clupeiformes*) – сельдь, сардины, кильки, тюлька, хамса, чехонь;

2. Отряд Лососеобразные (*Salmoniformes*) – кета, горбуша, нерка, семга, форель, омуль, таймень, кумжа;

3. Отряд Угреобразные (*Anguilliformes*) – речной угорь, европейский угорь

4. Отряд Карпообразные (*Cypriniformes*) – плотва, карась, лещ, карп, линь, вобла, сазан;

5. Отряд Сомообразные (*Siluriformes*) – сомы;

6. Отряд Трескообразные (*Gadiformes*) – налим, сайка, пикша, навага, минтай, путасу, хек;

7. Отряд Кефалеобразные (*Mugiliformes*) – кефаль, лобан;

8. Отряд Окунеобразные (*Perciformes*) – судак, ерш, окунь, бычки, тунец, ставрида, скумбрия;

9. Отряд: Камбалообразные (*Pleuronectiformes*).

### **Подкласс Лопастеперые рыбы (*Sarcopterygii*)**

1. Надотряд Кистеперые рыбы (*Crossopterygimorpha*) – латимерии/целоканты;

2. Надотряд Двоякодышащие рыбы (*Dipneustomorpha*) – протоптерус, лепидосирены.

### **Контрольные вопросы**

1. Объясните, где скапливается желчь?
2. Перечислите, из каких систем образуется плавательный пузырь?
3. Обоснуйте необходимость плавательного пузыря?
4. Перечислите сколько камер в сердце рыб? Как они называются?
5. Какие отделы различают в головном мозге рыб?
6. Чем представлены органы выделения рыб?

## Занятие 10. Общая характеристика класса Земноводные. Систематика основных отрядов Земноводных

**Цель занятия.** Изучить характерные признаки класса Амфибии под-типа Позвоночные. На основе знаний о строении и среде обитания лягуш-ки дать характеристику адаптации представителей класса Амфибий.

**Задания для самоподготовки:** морфо-функциональные особен-ности строения земноводных; биоразнообразие класса Амфибии.

### Классификация

- Отряд : 1) Хвостатые  
2) Бесхвостые  
3) Безногие

**Задание 1.** Рассмотреть и изучить внешние части тела и внут-ренние органы лягушки на рисунках 13, 14 используя конспект лекций, ответить на вопросы.

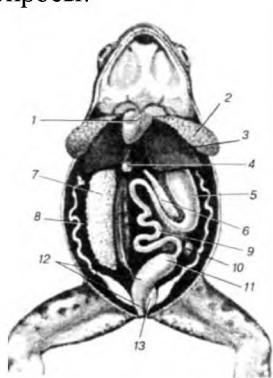


Рис. 13. Внутреннее строение лягушки



Рис. 14. Внешнее строение лягушки

1. Какие отделы различают в теле лягушки?
2. Чем отличаются глаза лягушки от глаз рыб?
3. Чем отличается наружная часть органа слуха?
4. Какие особенности строения конечностей у амфибий?
5. Какие функции выполняют конечности у лягушки?

**Задание 2.** Используя рисунок 15, изучить стадии развития земноводных и ответить на вопросы, используя конспекты лекций.

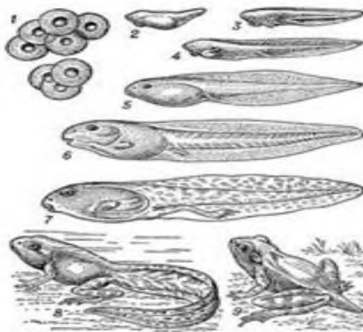


Рис.15. Стадии развития Земноводных

1. Как называется оплодотворение у лягушки?
2. Сколько кругов кровообращения у головастика?
3. Сколько камер в сердце у головастика?
4. Чем представлены органы дыхания головастика?
5. Чем питается головастик?
6. Какая пара конечностей появляется у головастика первой?
7. В каком возрасте начинают размножаться лягушки?

### Контрольные вопросы

1. Перечислите особенности пищеварительной системы лягушки?
2. Каковы существенные особенности дыхательной системы лягушки?
3. В чем заключается особенность кровеносной системы лягушки?
4. Какие особенности нервной системы лягушки?
5. Основные особенности выделительной системы лягушки.

## **Занятие 11.Общая характеристика класса Рептилии. Систематика основных отрядов**

**Цель занятия:** Изучить характерные признаки класса Рептилии подтипа Позвоночные. На основе знаний о строении и среде обитания ящерицы прыткой дать характеристику адаптации представителей класса Рептилии.

**Задания для самоподготовки:** морфо-функциональные особенности строения пресмыкающихся; изучить систематические признаки таксонов и биоразнообразие класса Рептилии.

*Амниоты* – это хордовые животные, у которых в процессе развития возникают такие зародышевые оболочки, как амнион и аллантоис. Эти зародышевые оболочки присущи хордовым, живущим на суше, а также вторичноводным животным из классов пресмыкающихся, птиц и млекопитающих.

### ***Класс Пресмыкающиеся/Рептилии (Reptilia)***

Задание 1. Используя список пресмыкающихся, изучить видовое разнообразие используя учебник.

- 1.Подкласс Черепахи (*Chelonia*, или *Testudines*) – слоновая черепаха, степная черепаха, болотная черепаха, аррау, суповая зеленая черепаха, уссурийская мягкокожистая черепаха;
2. Подкласс Архозавры (*Archosauria*);
- 3.Отряд Крокодилы (*Crocodylia*) – гавиал, нильский Крокодил, китайский аллигатор;
- 4.Подкласс Лепидозавры (*Lepidosauria*);
- 5.Отряд Клювоголовые (*Rhynchocephalia*) – гаттерии;
- 6.Отряд Чешуйчатые (*Squamata*);
- 7.Подотряд Ящерицы (*Sauria*) – гекконы, агамы, игуаны, вараны;
- 8.Подотряд Хамелеоны (*Chamaeleontes*) – хамелеоны;
- 9.Подотряд Змеи (*Ophidia*, или *Serpentas*) – удав, уж, медянка, кобра, полозы, аспид.

**Задание 1.** Отметить основные анатомические особенности рептилий , используя данные учебника и лекций.

Таблица 16

## Внутреннее строение рептилий – ящерицы

Системы органов	Органы, входящие в системы органов	Особенности строения
Покровы – кожа		
Пищеварительная		
Дыхательная		
Кровеносная		
Нервная		
Органы чувств		
Выделительная		
Репродуктивная		

**Контрольные вопросы**

1. На какие отряды делится класс пресмыкающихся?
2. Назвать черты приспособления к наземному образу жизни у рептилий.
3. Особенности размножения и развития рептилий.
4. Какие особенности отличают ананний от амниот.
5. Какие преобразования произошли у рептилий в шейном отделе.

**Занятие 12. Общая характеристика класса Птицы.****Систематика основных отрядов**

**Цель занятия.** Изучить характерные признаки класса Птиц подтипа Позвоночные. На основе знаний о строении и среде обитания птиц, дать характеристику адаптации представителей класса Птиц.

**Задания для самоподготовки:** морфо-функциональные особенности внешнего и внутреннего строения птиц; изучить систематические признаки таксонов; уметь выявлять адаптивные признаки птиц в связи с особенностями среды обитания и образа жизни.

**Систематика**

Подкласс 1. Ящерохвостые (архиоптерикс);

2. Веерохвостые;

Надотряд 1) Зубатые (ихтиорнис, гесперорнис);

2) Бескилевые;

3) Пингвины;

4) Килевые.

**Задание 1.** Используя таблицу 17, отметить основные внутренние системы птиц.

Таблица 17

Внутреннее строение птиц

Системы органов	Органы, входящие в системы органов	Особенности строения
Пищеварительная		
Дыхательная		
Кровеносная		
Нервная		
Органы чувств		
Выделительная		
Репродуктивная		

**Задание 2.** Используя список класса Птицы (*Aves*), изучить видовое разнообразие.

1. Надотряд Плавающие (*Impennes*) – пингвины;
2. Надотряд Бескилевые (*Ratitae*);
3. Отряд Страусообразные (*Struthioniformes*);
4. Отряд Нандуобразные (*Rheiformes*);
5. Отряд Кивиобразные (*Apterygiformes*);
6. Надотряд Килевые (*Carinatae*);
7. Отряд Курообразные (*Galliformes*) – фазан, перепел, куропатка, тетерев, рябчик;
8. Отряд Голубеобразные (*Columbiformes*) – сизый голубь, горлица, вяхирь, клинтух;
9. Отряд Журавлеобразные (*Gruiformes*) – журавль красавка, серый журавль, стерх;
10. Отряд Кулики (*Charadriiformes*) – чибис, кроншнеп, ржанка, бекасы, вальдшнеп;
11. Отряд Гусеобразные (*Anseriformes*) – лебеди, утки, нырок, гага, чирки;
12. Отряд Голенастые, или Аистообразные (*Ciconiiformes*) – аист;
13. Отряд Соколообразные, или Дневные хищные птицы (*Falconiformes*)- грифы, сокол, пустельга, кобчик, ястреб, лунь, орлы, коршун;
14. Отряд Совообразные (*Strigiformes*) – сова, филин, сычи, неясыть, козодой;



15. Отряд Кукушкообразные (*Cuculiformes*) – ястребиновая к., пятнистая кукушка, обыкновенная кукушка;

16. Отряд Ракшеобразные (*Coraciiformes*) – зимородки, щурки, удода, ракши;

17. Отряд Дятлообразные (*Piciformes*) – туканы, большой пестрый, черный дятел;

18. Отряд Воробьинообразные (*Passeriformes*) – жаворонки, дрозды, мухоловки, скворцы, синицы, вьюрки, поползни, ткачики.

### **Контрольные вопросы**

1. Обоснуйте какие особенности имеет кровеносная система птиц?
2. Как называются отделы нервной системы птиц?
3. Какие системы в организме птиц претерпели изменения благодаря полету?
4. Какие особенности имеет половая система самцов и самок птиц?
5. Перечислите, какие железы внутренней секреции хорошо развиты у птиц?
6. Какие системы у птиц отвечают за иммунитет?

## **Занятие 13. Общая характеристика Класса Млекопитающие. Систематика основных отрядов**

**Цель занятия.** Изучить характерные признаки класса Звери подкласса Плацентарные. На основе знаний о строении млекопитающих, уметь дать характеристику адаптивных признаков представителей класса Звери.

**Задания для самоподготовки:** морфо-функциональные особенности внешнего и внутреннего строения млекопитающих; изучить систематические группы класса Млекопитающие/Звери (Mammalia).

### **Систематика**

**Подкласс 1. Первозвери или Яйцекладущие (утконос, ехидна, проехидна)**

#### **2. Настоящие звери**

**Инфракласс 1) Низшие звери**

#### **2) Высшие звери или плацентарные**

**Задание 1.** Используя учебник, изучить особенности скелета собаки (табл. 18).

Таблица 18

## Скелет собаки

Отделы скелета	Кости, входящие состав отделы скелета
Скелет головы	
Скелет туловища	
Скелет позвоночника	
Шейный отдел	
Грудной отдел	
Поясничный отдел	
Крестцовый отдел	
Хвостовой отдел	
Скелет грудной клетки	
Скелет конечностей	
Передняя конечность	
Задняя конечность	
Скелет поясов конечностей	
Плечевой пояс	
Тазовый пояс	

**Задание 2.** Используя учебник, изучить особенности внутреннего строения млекопитающих (табл. 19).

Таблица 2

## Внутреннее строение млекопитающих

Системы органов	Органы системы органов	Особенности строения
Пищеварительная		
Дыхательная		
Кровеносная		
Нервная		
Органы чувств		
Выделительная		
Репродуктивная		

**Задание 3.** Используя список, изучить систематические группы животных.

**I. Класс Млекопитающие/Звери (*Mammalia/Theria*)**

1. Подкласс Клоачные, или Первозвери (*Prototheria*) – утконос, ехидна;

2. Подкласс Живородящие млекопитающие, или Настоящие звери (*Theria*);

3. Инфракласс Сумчатые, или Низшие звери (*Metatheria*) – кенгуру;

**II. Инфракласс Высшие звери, или Плацентарные (*Eutheria*, или *Placentalia*)**

1. Отряд Насекомоядные (*Insectivora*) – кроты, землеройки;
2. Отряд Шерстокрылые (*Dermoptera*) – кагуан;
3. Отряд Рукокрылые (*Chiroptera*) – летучие мыши, крыланы, ушаны;
4. Отряд Неполнозубые (*Edentata*) – ленивцы, броненосцы, муравьеды;
5. Отряд Зайцеобразные (*Lagomorpha*) – зайцы, кролики, пищухи;
6. Отряд Грызуны (*Rodentia*) – крысы, мыши, суслики, белки, бурундуки, бобры;
7. Отряд Хищные (*Carnivora*) – тюлени, котики, морские львы, моржи;
8. Отряд Китообразные (*Cetacea*) – дельфины, киты, кашалоты;
9. Отряд Хоботные (*Proboscidea*) – индийский слон, африканский слон;
10. Отряд Сирены (*Sirenia*) – ламантины, стеллерова корова;
11. Отряд Непарнокопытные (*Perissodactyla*) – лошади, носороги, тапиры;
12. Отряд Мозолоногие (*Tylopoda*) – верблюды, лама, альпака;
13. Отряд Парнокопытные (*Artiodactyla*);
14. Подотряд Нежвачные (*Nonruminantia*, или *Suiformes*) - свиньи, бегемоты;
15. Подотряд Жвачные (*Ruminantia*) - олени, антилопы, жирафы, быки, козлы, бараны;
16. Отряд Приматы (*Primates*);
17. Подотряд Полуобезьяны (*Prosimiae*) - лемуры, долгопяты;
18. Подотряд Обезьяны (*Anthropoidea/ Simia*) - павианы, шимпанзе, горилла, человек.

### Контрольные вопросы

1. От каких животных произошли Млекопитающие?
2. Какими свойствами отличаются Млекопитающие от других систематических групп животных?
3. Какие закономерности проявляются у Млекопитающих во время эмбрионального развития ?
4. Какие свойства животных, дают им возможность выживать в су-  
ровых условиях ?

## Рекомендуемая литература

1. Блохин, Г.И. Зоология : учебник / Г.И. Блохин, В.А. Александров. – М. : КолосС, 2005. – 512 с.

2. Языкова, И.М. Зоология беспозвоночных. Ч. 1 : курс лекций / Южный федеральный университет, И.М. Языкова. – Ростов-на-Дону : Изд-во ЮФУ, 2011. – 432 с. – Режим доступа : <http://rucont.ru/efd/223842>

3. Старков, В. А. Зоология беспозвоночных. Подцарство Одноклеточные животные, или Простейшие (Protozoa) : учеб. пособие / В. А. Старков. – Орск : Изд-во ОГТИ, 2011. – 124 с. – Режим доступа : <http://rucont.ru/efd/245284>

4. Чернышевский, Н.Г. Происхождение теории благотворности борьбы за жизнь. Предисловие к некоторым трактатам по ботанике, зоологии и наукам о человеческой жизни : монография. – 20 с. – СПб. : Лань, 2013. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=6552](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=6552)

5. Дауда, Т.А. Зоология беспозвоночных : учебное пособие / Т.А. Дауда, А.Г. Кошаев. – СПб. : Лань, 2014. – 207 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=53678](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=53678)

6. Дауда, Т.А. Зоология позвоночных : учебное пособие / Т.А. Дауда, А.Г. Кошаев. – СПб. : Лань, 2014. – 224 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=53679](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=53679)

## Вопросы для подготовки к экзамену

1. Общая характеристика подцарства Простейшие. Общая характеристика типа Саркодовые (SARCODIA). Представители и их значение.

2. К какому классу относится Дезентерийная Амеба (*Entamoeba histolytica*), описать цикл развития.

3. Общая характеристика типа Мастигиферы (Жгутиковые, MASTIGOPHORA), представители и их значение.

4. Общая характеристика типа Инфузории (INFUSORIA), представители и их значение.

5. Общая характеристика класса Споровики (SPOROZOO), жизненный цикл малярийного плазмодия.

6. Тип Апикомплексы к какие классы относятся к типу.

7. Гипотезы происхождения многоклеточных И. И. Мечникова и Э. Геккеля. Понятие ткани.

8. Общая характеристика подцарства Низших беспозвоночных. Общая характеристика типа Кишечнополостные, представители и их значение.

9. Развитие Типа Кишечнополостных, класса Гидроидные.

10. Развитие Типа Кишечнополостных, класса Сцифоидные.

11. Развитие Типа Кишечнополостных, класса Коралловые полипы.

12. Общая характеристика типа Плоские черви. Представители типа и их значение в природе.

13. Цикл развития класса Ресничные черви (*Turbellaria*).

14. Цикл развития класса Сосальщики (*Trematoda*).

15. Цикл развития класс Ленточные черви (*Cestoda*).

16. Общая характеристика типа Круглые черви, представители типа. Класс Нематоды, особенности развитие и их значение.

17. Приспособления червей к паразитическому образу жизни: Профилактика гельминтозов.

18. Общая характеристика типа Кольчатые черви, представители типа и их значение в природе.

19. Тип Кольчатые черви класс Oligochaeta, дать общую характеристику.

20. Тип Кольчатые черви класс Polychaeta, дать общую характеристику.

21. Тип Кольчатые черви класс Hirudinea, дать общую характеристику.

22. Общая характеристика Высших беспозвоночных. Происхождение и значение целома.

23. Общая характеристика типа Моллюски, представители и их значение.

24. Класс Брюхоногие, общая характеристика, экологическое значение.

25. Класс Двустворчатые, общая характеристика, экологическое значение.

26. Класс Головоногие, общая характеристика, экологическое значение.

27. Общая характеристика типа Членистоногих, типа эволюция и крупнейшие ароморфозы типа, разнообразие типа и их значение в природе.

28. Общая характеристика класса Ракообразные, представители и значение.

29. Общая характеристика класса Паукообразные, представители отрядов Пауки.

30. Клещи общая характеристика строения и их значение для человека и животных.

31. Общая характеристика класса Насекомые, отряды с полным превращением и прямым развитием, представители отрядов.

32. Общая характеристика типа Хордовые. Подтип Бесчерепные – ланцетник.

33. Подтип позвоночные – общая характеристика. Системный обзор- классы.

34. Общая характеристика надкласса Рыбы – классы Хрящевые рыбы.

35. Общая характеристика надкласса Рыбы – классы Костные рыбы.

36. Общая характеристика класса Амфибии.

37. Особенность приспособления Амфибий к наземному образу жизни.

38. Общая характеристика класса Рептилии.

39. Анамнии – это организмы?

40. Амниоты- это организмы?

41. Основные признаки приспособления Рептилий.

42. Общая характеристика класса Птицы.

43. Из каких частей состоит яйцо птицы.

44. Перья птиц – какие они бывают и на каких растут участках?

45. Фабрициева сумка, где она находится и ее функция?
46. Общая характеристика класса Звери. Подклассы Первозвери, Сумчатые, Плацентарные.
47. Какую особенность имеют конечности млекопитающих.
48. Кожа млекопитающих, строение и значение.
49. Какие железы внутренней секреции у млекопитающих, расположение и функции.
50. Строение матки и виды, для вынашивания потомства
51. Приведите доказательство, по каким признакам Вольвокс сравнивают с многоклеточными организмами?
52. Перечислите способы размножения простейших, приведите примеры.
53. Какие организмы и по каким признакам относятся к двуслойным животным?
54. Особенности размножения Кишечнополостных.
55. Основные особенности отличия типа Плоские черви от других гельминтов.
56. Строение тегумента у паразитических плоских червей.
57. Какая полость тела у кольчатых червей, чем она отличается от полости круглых червей?
58. Какие органы и ткани образуются из эктодермы в процессе органогенеза?
59. Какие органы и ткани образуются из энтодермы в процессе органогенеза?
60. Какие органы и ткани образуются из мезодермы в процессе органогенеза?
61. Какими методами делятся простейшие организмы?
62. Что произойдет если Гидру протереть через сито? Как называется этот процесс?
63. Каковы отличия одноклеточных животных от многоклеточных?
64. Какие произошли изменения у типа Плоские черви в строении?

## Оглавление

Предисловие .....	3
Занятие 1. Зоология как наука о животных .....	4
Занятие 2. Микроскоп и правила работы с микроскопом .....	6
Занятие 3. Подцарство одноклеточные. Тип простейшие .....	7
Занятие 4. Подцарство Многоклеточные. Гельминтология .....	10
Занятие 5. Тип Членистоногие. Основные классы и их общая характеристика .....	15
Занятие 6. Систематика основных отрядов Насекомых .....	19
Занятие 7. Тип Моллюски .....	22
Занятие 8. Общая характеристика типа Хордовые, Надклассы рыбы .....	23
Занятие 9. Систематика основных отрядов Хрящевых и Костных рыб .....	25
Занятие 10. Общая характеристика класса Земноводные. Систематика основных отрядов Земноводных .....	27
Занятие 11. Общая характеристика класса Рептилии. Систематика основных отрядов .....	29
Занятие 12. Общая характеристика класса Птицы. Систематика основных отрядов .....	30
Занятие 13. Общая характеристика Класса Млекопитающие. Систематика основных отрядов .....	32
Рекомендуемая литература .....	35
Вопросы для подготовки к экзамену .....	36



Учебное издание

*Составители:*

Зайцева Лилия Михайловна  
Гниломедова Лариса Павловна

## ЗООЛОГИЯ

Методические указания

Подписано в печать 1.06.2021. Формат 60×84 1/16

Усл. печ. л. 2,3; печ. л. 2,5.

Тираж 50. Заказ № 107.

Отпечатано с готового оригинал-макета

Издательско-библиотечный центр Самарского ГАУ  
446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2

Тел.: 8 939 754 04 86, доб. 608

E-mail: [ssaariz@mail.ru](mailto:ssaariz@mail.ru)



Министерство сельского хозяйства  
Российской Федерации  
Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Самарский государственный  
аграрный университет»

Кафедра «Биоэкология и физиология  
сельскохозяйственных животных»

# СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

Методические указания

Кинель  
ИБЦ Самарского ГАУ  
2021

УДК 631.95  
ББК 40.08  
С29

**С29**      Сельскохозяйственная экология : методические указания / сост.  
Л. М. Зайцева. – Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2021. – 24 с.

Учебное издание позволит студентам закрепить основные теоретические знания, излагаемые в процессе обучения на лекциях и лабораторно-практических занятиях. Рабочая тетрадь предназначена для студентов очной формы обучения факультета «Биотехнология и ветеринарная медицина», обучающихся по направлению 06.03.01.Биология и 36.03.02 Зоотехния.

© ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, 2021  
© Зайцева Л. М. составление, 2021

## Предисловие

Методические указания составлены в соответствии с рабочей программой. Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций, которые позволяют обучающемуся:

- следовать этическим и правовым нормам в отношении других людей и в отношении природы (принципы биоэтики), иметь четкую ценностную ориентацию на сохранение природы и охрану прав и здоровья человека;

- проявлять экологическую и зоотехническую грамотность и использовать базовые знания в области биологии в жизненных ситуациях; понимать социальную значимость и уметь прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности и нести ответственность за свои решения;

- использовать методы наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования биологических объектов.

Методические указания предназначены для студентов очной формы обучения факультета биотехнологии и ветеринарной медицины, обучающихся по направлению 06.03.01 Биология и 36.03.02 Зоотехния. Цель написания учебного издания: углубление профессиональных знаний студентов, развитие их разносторонних интересов и способностей, подготовка к лабораторно– практической деятельности и сознательной жизни обучающегося.

Курс экологического профиля является интеграцией предметных знаний о человеке и обществе, с.-х. производстве и природе, характере и результатах их взаимодействия. Учебное издание позволит студентам закрепить основные теоретические положения, излагаемые в процессе обучения на лекциях и лабораторно-практических занятиях. Каждая тема снабжена теоретической частью, темами для докладов, рекомендуемой литературой. В издании значительное место отводится работам, выполняемым индивидуально. Аттестация студентов осуществляется в конце семестра. Студент должен отчитаться по всем темам, и выполнить экологический проект. Зачет по «Сельскохозяйственной экологии» проводится в устной форме по вопросам, приведённым в методических указаниях.

## Занятие 1. Проблемы взаимодействий человека и окружающей среды в различные исторические эпохи

*Цели занятия.* Определение экологических кризисных ситуаций, имевших место в истории человечества. Определение проблем во взаимодействии человека с окружающей средой на современном этапе в сельском хозяйстве.

*Задания для самоподготовки.* Знать: экологические законы, определения экологического кризиса, структуру биосферы, функции живого вещества.

*Задание 1.* Обосновать высказывания французского писателя Ф. Шатобриана: «Лес предшествовал человеку – пустыни следовали за ним».

*Задание 2.* Определить пути выхода человечества из кризисных ситуаций в различные исторические эпохи. Заполнить таблицу 1.

Таблица 1

Экологические кризисы и прогресс человечества

Эпоха	Экологический кризис	Экономическая революция
Настоящее время		
20 лет назад		
50 лет назад		
150-300 лет назад		
2 тыс. лет назад		
10 тыс. лет назад		
40 тыс. лет назад		

*Задание 3.* Перечислите экологические проблемы, которые можно считать глобальными для человечества в настоящее время.

*Задание 4.* Сформулировать принцип, на котором должна основываться стратегия выживания человечества.

*Задание 5.* Приведите примеры изобретений, изменивших экологию за последние 200 лет (данные запишите в тетради).

### Контрольные вопросы

1. Что такое экологический кризис? Сформулируйте определение.
2. Причины экологических кризисов и последствия антропогенной нагрузки.
3. Как изменилась экологическая ситуация в России за последние 20 лет.
4. Принципы гармоничного взаимодействия человека и природы.
5. Важнейшие современные глобальные проблемы и пути их решения.
6. Предмет практической экологии. Задачи сельскохозяйственной экологии.

## Занятие 2. Основные свойства почвы и их экологическое значение

*Цели занятия.* Изучение видов почв и гранулометрический состав почвы как экологический фактор.

*Задания для самоподготовки.* Изучить: органическое вещество почвы; экологическое значение живого населения почвы по В. И. Вернадскому.

### Устный опрос

1. Выдающийся русский ученый (1846-1903) впервые дал определение «почва» и «почвенный профиль», выявил главные отличительные черты процесса почвообразования?

2. Перечислите факторы почвообразования?

*Задание 1.* Нарисовать схему почвенного профиля, на рисунке отметить слои и зоны: материнская порода (основание), иллювиальный горизонт, элювиальный горизонт, гумусовый мullь, подстилка, др.

*Задание 2.* Определить в образцах почвы с помощью мини лаборатории «Пчелка». Данные занести в таблицу 2.

Таблица 2

Почвенные характеристики

№	Вид почвы	Характеристика почвы	pH	Виды с.-х. культур, которые могут произрастать на почве

### Контрольные вопросы

1. Сельскохозяйственные экосистемы – структура и типы агроэкосистем.
2. Почвенные факторы, определяющие «чистоту» сельскохозяйственной продукции.
3. Экология и эволюция почвенных организмов в условиях современного сельского хозяйства.
4. Процессы и явления, снижающие почвенное плодородие. Биологическое разнообразие – основа устойчивости экосистем.
5. Охрана земель от деградации. Защита почв от эрозии и снижения плодородия – экологическая проблема.
6. Охрана аграрных ландшафтов от загрязнения. Принципы природопользования.

### Занятие 3. Ресурсы России. Вода как фактор риска

*Цели занятия.* Изучение экологической роли гидросферы. Знакомство с проблемами качества воды и основными источниками загрязнения природных вод.

*Задания для самоподготовки.* Изучить: роль воды в природе и жизни человека; запасы пресной воды; экологические особенности пресноводных и морских экосистем; критерии оценки качества воды; основные источники загрязнения природных вод.

*Задание 1.* Перечислите органолептические факторы, определяющие качество воды.

*Задание 2.* Изучить методику определения в питьевой воде (рН) и наличия в ней примесей, при использовании анализатора жидкости ЭКСПЕРТ 001 (рис. 1).



Рис. 1. Анализатор жидкости ЭКСПЕРТ 001

#### Порядок работы

Перед измерением в анализируемом растворе электрод промывают в дистиллированной водой, выдерживают в ней 5-10 мин, и просушивают фильтровальной бумагой.

Измеряют значение электронной системы в анализируемом растворе.

Результат измерения активности ионов водорода (рН) получают по показанию ионометра, отградуированного по буферным растворам.

#### Выполнение измерений

Анализируемый раствор наливают в стакан вместимостью 100 см<sup>3</sup>, измеряют температуру раствора и при необходимости термостатируют. Погружают в раствор электрод «ЭКОМ-рН» и электрод сравнения, измеряют значение рН.

После каждого измерения электроды промывают дистиллированной водой и осушают фильтровальной бумагой. Выполняют два параллельных определения.

### Обработка результатов измерений

За результат измерений принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений;

$$(pH_1 - pH_2) \leq r$$

где  $pH_1$ ,  $pH_2$  – результаты параллельных определений;

$r$  – значение предела повторяемости,  $pH$

*Задание 3.* Используя мини лабораторию «Пчелка» определить в образцах питьевой воды показатели, данные записать в тетрадь по образцу таблицы 3.

Таблица 3

№ образца	pH	Na	Cl	Fe
Вывод:				

*Задание 4.* Используя лекции и список предложенных приемов, (нейтрализация, хлорирование, озонирование, облучение ультрафиолетом, отстаивание, осаждение, фильтрация, адсорбция, коагуляция, кристаллизация, дистилляция, флотация, ионный обмен, электролиз, нагревание).

Указать способы очистки сточных вод. (табл. 4).

Таблица 4

### Способы очистки сточной воды

Примеси	Способы очистки			
	механические	химические	физико-химические	биологические
Грубо дисперсные				
Эмульгированные				
Органические вещества				
Минеральные вещества				
Газы				
Микроорганизмы				

### Контрольные вопросы

1. Какой микробиологический положительный показатель воды. Его роль в заболеваемости населения.
2. Приоритетные химические загрязнения питьевой воды.



3. Источники загрязнения воды естественного и антропогенного происхождения.
4. Особенности состава и современные методы очистки сточных вод.
5. Экологическое нормирование рационального использования и охраны водных ресурсов.

#### **Занятие 4. Загрязнения сельскохозяйственных угодий пестицидами и проблема чистых кормов в животноводстве**

*Цели занятия.* Изучение причин, источников и характера загрязнителей в сельскохозяйственной сфере. Формулирование проблемы чистых кормов в животноводстве.

*Задания для самоподготовки.* Изучить: учение В. И. Вернадского о биогеохимическом круговороте в биосфере; понятия: загрязнители среды, среды загрязнения. Уметь определять характеристику загрязнителей и определять пути их миграции.

*Задание 1.* Перечислите загрязнители сельскохозяйственной среды (табл. 5).

Таблица 5

**Загрязнители сельскохозяйственной среды**

Объекты загрязнения	Пути загрязнения пестицидами	Последствия загрязнений
Почва		
С.-х. культуры и корма		
Вода		
Воздух		
Мясо		
С.-х. птица		
Рыба		

*Задание 2.* Дать органолептическую оценку в силосу и сенажу по А.Н. Михину. Данные внести в таблицу 6.

Таблица 6

№ образца	рН	Цвет	Запах	Результаты балльной оценки
...				
Вывод				

#### *Контрольный вопросы*

1. Ферма – экологический подход к организации.
2. Источники и объекты антропогенного загрязнения.

3. Классификация ксенобиотиков.
4. Использование пестицидов в сельском хозяйстве. Результаты применения пестицидов.
5. Проблемы производства экологически чистой продукции животноводства.
6. Какие приоритетные загрязнители для сельского хозяйства.
7. Миграция загрязнителей (ксенобиотиков) по биологическим и пищевым цепям.

## Занятие 5. Экологизация животноводства и производство экологически чистой продукции

*Цели занятия.* Определение проблем в животноводстве при производстве экологически чистой продукции. Целесообразность использования антибиотиков и стимуляторов роста в животноводстве.

*Задания для самоподготовки.* Изучить: современные технологии и приемы в частной зоотехнии; основные критерии оценки качества продуктов животноводства.

*Задание 1.* Заполнить таблицу 7, сравнить экосистемы.

Таблица 7

### Сравнительная характеристика природных и антропогенных экосистем

Признаки сравнения	Природные экосистемы	Агроэкосистемы
Видовое разнообразие		
Степень устойчивости		
Круговорот веществ		
Источники энергии		
Степень саморегуляции		

*Задание 2.* Определить в образцах молока, белок по ГОСТ 25179-2014 и произвести расчеты по формуле (данные записать в тетрадь, сделать вывод).

Расчет массовой доли белка в молоке по формуле:

$$X_1 = X_2 - X_3$$

где  $X_2$  – среднеарифметическое значение результатов наблюдения по шкале «Белок» для молока, %;

$X_3$  – среднеарифметическое значение результатов наблюдения по шкале «Белок» для сыворотки, %.

**Задание 3.** Определить в образцах сырого молока, соматические клетки по ГОСТ 23453-2014 «Определение соматических клеток в молоке».

Таблица 8

**Количество соматических клеток по вязкости  
с препаратом «Мастоприм»**

Характеристика вязкости (консистенции) смеси		Ориентировочное количество соматических клеток в 1 см <sup>3</sup> сырого молока
1	Однородная жидкость или слабый сгусток, который слегка тянется за палочкой	Не более 500 тыс
2	От сгустка, тянущегося за палочкой в виде нити, до выраженного сгустка	От 500 тыс, до 1млн
3	Плотный сгусток, который выбрасывается палочкой из луночки пластинки	1 млн.
Вывод:		

*Контрольные вопросы*

1. Рациональная организация и экологизация животноводства.
2. Улучшение и восстановление деградированных пастбищ.
3. Стадо с.-х. животных – компонент пастбищного биоценоза.
4. Преобразование видового состава растений пастбищ при выпасе.
5. Вытаптывание пастбища стадом и последствия.
6. Соматические клетки в молоке, влияние на здоровье человека.
7. Использование гормонов и антибиотиков в животноводстве.

**Занятие 6. Природоохранные  
и ресурсосберегающие технологии**

*Цели занятия.* Осмысление экологического подхода к деятельности человека. Знакомство с концепцией альтернативного земледелия, природоохранными и ресурсосберегающими технологиями.

*Задания для самоподготовки.* Изучить системы альтернативного земледелия. Что лежит в основе альтернативного земледелия, как указывает А. С. Степановский?

*Задание 1.* Пользуясь конспектами лекций, дать краткое определение:

Концепция альтернативного земледелия – это метод который включает ряд мероприятий для улучшения и восстановления почвы и сельскохозяйственных угодий.

*Задание 2. Дать определение методам:*

Система альтернативного земледелия *Органическая*;

Система альтернативного земледелия *Биодинамическая*;

Система альтернативного земледелия *Биологическая*;

Система альтернативного земледелия *Органобиологическая*;

Система альтернативного земледелия *Экологическая*;

Экологическое значение севооборота – ...?

### *Контрольные вопросы*

1. Экологическая, адаптивная селекция и генномодифицированные организмы (ГМО).
2. Природоохранные и ресурсосберегающие технологии в животноводстве.
3. Безотходные и малоотходные технологии в животноводстве.
4. Производство растительного сырья для продуктов детского питания.
5. Производство животного сырья для продуктов детского питания.

## **Занятие 7. Развитие биоэнергетики и проблемы утилизации отходов в сельском хозяйстве**

*Цели занятия.* Понимание сущности глобального экологического кризиса, умение выявлять составляющие этого события.

*Задания для самоподготовки.* Изучить: закономерности превращения потоков энергии в экосистемах; традиционные и альтернативные источники энергии; сущность энергетического кризиса; сущность кризиса редуцентов – проблемы с утилизацией отходов.

*Задание 1.* Проанализировать ответ. Заполнить таблицу 9.  
Сущность энергетического кризиса – проанализировать ответ в тетради.

Таблица 9

### **Виды энергии и альтернативные источники энергии**

Виды источников энергии	Альтернативные источники энергии

*Задание 2.* Предложить приемы энергосбережения в сельском хозяйстве. Заполнить таблицу 10.

Таблица 10

## Виды и причины отходов и пути их утилизации

Виды отходов	Причины и источники накопления	Пути утилизации

Задание 3. Зарисуйте в тетради схему биогазовой установки и изучите ее работу.

*Контрольные вопросы*

1. Основные критерии для энергосберегающих установок.
2. Компост из животноводческого навоза, эффективно?
3. Польза и вред энергосберегающих установок.
4. Антропогенное воздействие животноводческих стоков.
5. Основные принципы содержания животных для предотвращения скопления отходов.

**Занятие 8. Экология домашних животных**

*Цели занятия.* Научиться выявлять экологические факторы природного и антропогенного происхождения, влияющие на жизнедеятельность домашних животных. Показать механизмы управления адаптациями.

*Задания для самоподготовки.* Изучить: эффекты воздействия экологических факторов на организмы; виды адаптаций и жизненные потенциалы видов; механизмы эволюции организмов; принципы коэволюции «паразит-хозяин».

*Задание 1.* Перечислите экологические факторы, влияющие на домашних животных.

*Задание 2.* Заполнить таблицу 11. Указать основные виды иммунодефицитов.

Таблица 11

## Виды, причины и последствия иммунодефицитов

Виды иммунодефицитов	Причины иммунодефицитов	Последствия иммунодефицитов

### *Контрольные вопросы*

1. Экология домашних животных.
2. Этапы domestикации животных и селекции домашних животных.
3. Биостимуляторы и гормоны в животноводстве.
4. Экологические иммунодефициты у животных и людей.
5. Экология и эволюция паразитов.
6. Экология и эволюция вирусов.

## **Занятие 9. Биотехнология и трансгенные продукты: достижения и проблемы**

*Цели занятия.* Систематизировать и обобщить знания о значении биотехнологий в обеспечении человечества продовольствием; научиться рассчитывать возможные энергозатраты при физических нагрузках; сформировать понятие о ГМО.

*Задания для самоподготовки.* Изучить: определение и назначение биотехнологии; понятие о генной инженерии и сфера применения ГМО; экология питания.

### ***Определение энергозатрат по состоянию сердечных сокращений***

Расчеты можно проводить после выполнения любой физической нагрузки. Формула позволяет установить энергозатраты человека в 1 мин по частоте сердечных сокращений (ЧСС).

Формула расчета энергозатрат человека в 1 мин при любой физической нагрузке:

$$Q = 2,09 \times (0,2 \times \text{ЧСС} - 11,3), \text{ кДж/мин}$$

*Пример.* Допустим, вы 30 мин катались на лыжах, частота сердечных сокращений достигла 120 ударов в минуту. Подсчитаем энергозатраты за 1 мин:

$$Q = 2,09 \times (0,2 \times 120 - 11,3) = 2,09 \times (24 - 11,3) = 26,5 \text{ кДж/мин.}$$

Ответ: за 30 мин израсходовано 795 кДж энергии.

*Задание 1.* Рассчитайте энергозатраты человека, который плавал в бассейне в течение 15 мин, при частоте сердечных сокращений 130 ударов в минуту. На основании полученного результата сделайте вывод о зависимости количества затраченной энергии от частоты сердцебиения.

Единица измерения тепла в физике – джоуль (Дж), однако в физиологии и медицине обычно используют внесистемные единицы – калорию или килокалорию (1 ккал = 4,19 кДж).

Среднесуточный расход энергии для работников умственного труда: у мужчин – 2550-2800, у женщин – 2200-2400 ккал. По пульсу рассчитайте ваши энергозатраты в спокойном состоянии и после интенсивной нагрузки. Сравните со среднесуточным расходом.

*Задание 2.* В Японии создано 25 тыс. трансгенных пород рыб. Почему нельзя выпустить этих рыб «на волю»?

*Задание 3.* Ответьте на вопросы:

1. Генетически модифицированный организм (ГМО) – это..?
2. Какой вред может принести продукция из генномодифицированных организмов?
3. В чем же целесообразность использования ГМО в сельском хозяйстве и пищевой промышленности?

#### *Контрольные вопросы*

1. Питание как фактор здоровья человека. Экологически безопасная продукция.
2. Биотехнология и трансгенные продукты: достижения и проблемы.
3. Экология питания. Энергозатраты и стратегии их восполнения.
4. Питание человека в «традиционных» обществах. Социально-экономические изменения в обществе и питании.
5. Какой смысл заложен в понятие «Экологически безопасная продукция»?

### **Занятие 10. Глобальное потепление климата и изменение в мировой структуре сельского хозяйства**

*Цели занятия.* Изменения климата, актуализация глобальных проблем и изменения в структуре сельского хозяйства.

*Задания для самоподготовки.* Изучить: как повлияло изменение климата на окружающую среду. Какие могут быть последствия и как их можно избежать?

*Задание 1.* Рассмотрите рисунок 2 и укажите все возможные последствия антропогенного воздействия на атмосферу и биоту.

Запишите в тетради первый «закон» американского эколога Б. Коммонера.

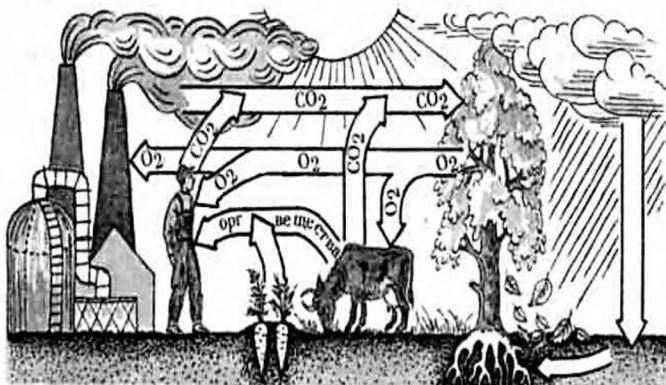


Рис. 2. Влияние газов на биоту

**Задание 2.** Определение количества загрязнителей, попадающих в окружающую среду в результате работы автотранспорта.

1. Выберите участок автотрассы длиной 0,5-1 км, имеющий хороший обзор. Измерьте длину участка по обочине (в километрах).

2. Определите число единиц автотранспорта разного типа (автобусов, легковых и грузовых автомобилей), проходящих по участку в течение 20 минут. Данные запишите в таблицу 12.

Таблица 12

Виды транспорта

Тип транспорта	Длина участка	Число машин за 20 мин шт.	№, шт.	L, км	Q, л.
Легковые машины					
Грузовые машины					
Автобусы					
Дизельные грузовики					

3. Умножив полученное число автомобилей на три, вычислить  $N$  – число единиц автотранспорта, проходящих по участку за 1 ч. Рассчитать общий путь ( $L$ ), пройденный автомобилями каждого типа за 1 ч: умножить  $N$  на длину участка. Результаты занесите в таблицу 1.

4. Рассчитайте объем топлива  $Q$  (л), сжигаемого за 1 ч автомобилями каждого типа, по формуле:

$$Q = L \cdot Y,$$

где  $Y$  – удельный расход топлива на 1 км (табл. 13).



Таблица 13

## Расчет загрязнителей топлива выделившихся в атмосферу

Тип транспорта	Удельный расход топлива, л/ км
Легковые машины	0,11- 0,13
Грузовые машины	0,29- 0,33
Автобусы	0,41- 0,44
Дизельные грузовики	0,31- 0,34

5. Рассчитайте общий объем выделившихся в атмосферу загрязнителей (угарного газа, углеводородов, диоксида азота –  $V_{CO}$ ,  $V_{C_n H_n}$ ,  $V_{NO_2}$ ) при сгорании топлива по формуле. Данные запишите в таблицу 14.

$$V = K \times Q,$$

где  $K$  – эмпирический коэффициент, определяющий зависимость величины выбросов вредных веществ от вида горючего.

Таблица 14

## Виды используемого топлива

Вид топлива	К		
	угарный газ	углеводороды	диоксид азота
Бензин	0,6	0,1	0,04
Дизельное топливо	0,1	0,03	0,04

6. Рассчитайте массу каждого из выделившегося вредного соединения:

$$m = V \times M / 22,4,$$

где  $M$  – молекулярная масса каждого загрязнителя 10,4.

Данные внести в таблицу 15.

Таблица 15

## Вид загрязнителей

Вид загрязнителей	Объем загрязнителей, л	Масса загрязнителей, г	ПДК, мг/м <sup>3</sup>
Угарный газ			
Углеводороды			
Диоксид азота			

7. Определить по справочным таблицам ПДК каждого из загрязнителей и сравнить с полученными данными. Сделать вывод в тетради.

## Контрольные вопросы

1. Каковы экологические последствия загрязнения атмосферы?
2. Причины и последствия образования «кислотных» дождей.

3. Изменения в мировой структуре аграрного сектора.
4. Возможные изменения в структуре сельского хозяйства Поволжья в условиях глобального потепления.
5. Предназначение озонового экрана и причины «озоновых» дыр.
6. В чем выражается глобальное изменение климата?

### Этапы управления экологическими проектами

*Цель работы.* Знакомство с принципами организации работы над проектами по проблемным экологическим ситуациям. Выбор темы проекта, используйте таблицу 16.

**ПРОЕКТ** – замысел по изменению отдельной системы с установлением цели, затрат и ожидаемым качеством результата. Проект направлен на решение проблемы и для этого составляется поэтапный план.

*Этапы управления экологическими проектами:*

- определение актуальности проблемы, формулировка миссии и цели проекта,
- разработка задач проекта, определение необходимых ресурсов и форм контроля,
- ожидаемое качество результатов, возможные области риска.

*Определение проблемы* – это умение выделять параметры, не удовлетворяющие нас в данной ситуации (объекте, процессе), представить желаемое и разработать альтернативные решения.

*Проект* – целенаправленное изменение системы с установленными требованиями к качеству результатов и специфической организацией.

*Миссия проекта* – идеальное представление о целях, предназначениях и общественной значимости проекта. *Формулировка миссии* должна ответить на три вопроса: Что мы делаем? Для кого это делается? Как сделать это?

*Цель проекта* – определение результатов, которые необходимо получить, для того чтобы была выполнена общая миссия.

*План проекта* – последовательность выполняемых работ, указание средств, ресурсов и необходимых методов (технологий) для достижения намеченного результата.

*Планирование* – это ответ на вопросы: что должно быть сделано, кем, как, когда и сколько это будет стоить. Планирование необходимо только для того, чтобы можно было осуществлять контроль.

*Контроль проекта* — систематическое сравнение плановых и фактических показателей для коррекции отклонений.

Чтобы выполнить большой и важный труд надо две вещи: ясный план и ограниченное время.

Таблица 16

План проекта – этапы работы над проектом

Стадии	Функции преподавателя (руководителя)	Деятельность студентов (разработчиков проекта)
Разработка проектного задания		
1.1. Выбор темы	Преподаватель предлагает возможные темы	Студенты обсуждают и выбирают тему
1.2. Выбор подтем и разделов в теме проекта	Преподаватель и студенты обсуждают разделы проекта	Студенты самостоятельно подбирают варианты подтем и предлагают для обсуждения
1.3. Формирование материала для проекта	Преподаватель координирует деятельность студентов на данном этапе.	Студенты формируют доклад и презентацию
1.4. Подготовка материалов: формулировка вопросов, отбор литературы, задания	Преподаватель участвует в подготовке студентов к защите проекта.	Студенты представляют результаты своих работ методы и источники информации и литературы

### *Темы экологических проектов*

1. Глобальное потепление и изменение структуры сельского хозяйства.

2. Экологизация сельского хозяйства.

3. Интенсивные технологии и экологическая безопасность сельскохозяйственных продуктов.

4. Безопасность продуктов из ГМО.

5. Последствия радиоактивных аварий для сельского хозяйства в России.

6. Производство безопасных продуктов для детского питания.

7. Экология домашних животных.

8. Биостимуляторы и гормоны в животноводстве.

9. Экологические иммунодефициты у животных и людей.

10. Влияние «геопатогенных зон» на физиологические функции организмов.

11. Развитие энергетики и проблемы экологии.

12. Биоэнергетика и альтернативные источники энергии.

13. Экология и эволюция паразитов.

14. Экология и эволюция вирусов.

15. Экология и эволюция микроорганизмов (патогенных, условно патогенных, симбиотических).

16. Экология и эволюция почвенных организмов в условиях современного сельского хозяйства.

17. Экология и демографическая ситуация в сельской местности России.

18. Экологический подход к водоснабжению и стокам в животноводстве.

19. Солнечная активность, биоритмы и сельское хозяйство.

20. Влияние электромагнитного излучения на живые организмы.

21. Экологически безопасное сельскохозяйственное производство в пригородной зоне.

22. Защита почв от эрозии и снижения плодородия – экологическая проблема.

23. Экологическая ситуация в Самаре и Самарской области.

24. Развитие инфраструктуры села и проблемы экологии.

## Вопросы для подготовки к зачету

1. Сельскохозяйственная экология – предмет. Задачи сельскохозяйственной экологии.
2. Причины экологических кризисов и последствия антропогенной нагрузки.
3. Экологическая ситуация в России.
4. Принципы гармоничного взаимодействия человека и природы.
5. Важнейшие глобальные проблемы и прогнозы их решения.
6. Экологические законы, правила и принципы.
7. Комплексность и констелляция экологических факторов.
8. Закон Коммонера.
9. Структура и функционирование природных экосистем.
10. Продуктивность экосистем.
11. Сельскохозяйственные экосистемы – определение и типы.
12. Черны сходства природных и с.-х. экосистем.
13. Развитие биоэнергетики и проблемы утилизации отходов в сельском хозяйстве.
14. Почва – ценнейшее богатство человечества.
15. Почвенные факторы определяющие «чистоту» сельскохозяйственной продукции.
16. Экология микрофлоры почв.
17. Экологические последствия загрязнения с.-х. угодий пестицидами и проблема чистых кормов в животноводстве.
18. Загрязнение почв радионуклидами и экологическая безопасность с.-х. продукции.
19. Условия получения экологически безопасной растениеводческой продукции.
20. Основные элементы организации системы земледелия.
21. Процессы и явления, снижающие почвенное плодородие.
22. Концепция альтернативного земледелия.
23. Система альтернативного земледелия – органическая.
24. Система альтернативного земледелия – биодинамическая.
25. Система альтернативного земледелия – биологическая.
26. Система альтернативного земледелия – органобиологическая.
27. Система альтернативного земледелия – экологическая.
28. Рациональная организация и экологизация животноводства.
29. Экологическая структура пастбищ.
30. Улучшение и восстановление деградированных пастбищ.
31. Стадо с.-х. животных – компонент пастбищного биоценоза.

32. Преобразование видового состава растений пастбищ при выпасе.
33. Вытаптывание пастбища стадом.
34. Влияние на среду экскрементов животных.
35. Ферма – экологический подход к организации.
36. Изменение образа жизни животных в условиях одомашнивания.
37. Использование гормонов и антибиотиков в животноводстве. Проблема экологически чистой продукции животноводства.
38. Безотходные и малоотходные технологии в животноводстве.
39. Альтернативные системы животноводства.
40. Отходы животноводства антропогенный фактор загрязнения среды.
41. Методы очистки и утилизации навозных стоков.
42. Использование биотехнологии для переработки отходов животноводства.
43. Экология человека в сельской местности.
44. Окружающая среда человека разумного (*Homo sapiens*).
45. Функции сельской местности.
46. Основные виды деятельности в сельской местности.
47. Демографическая ситуация в сельской местности России.
48. Образ жизни сельского населения России.
49. Глобальное потепление климата и изменение в мировой структуре сельского хозяйства.
50. Природоохранные и ресурсосберегающие технологии в животноводстве, ветеринарии РФ.
51. Питание как фактор здоровья человека. Экологически безопасная продукция.
52. Биотехнология и трансгенные продукты: достижения и проблемы.
53. Глобальное потепление климата и изменение в мировой структуре сельского хозяйства.
54. Возможные изменения в структуре сельского хозяйства Поволжья в условиях глобального потепления изменения климата.
55. Нативные факторы, формирующие агросистемы. Изменения в мировой структуре аграрного сектора.
56. Влияние физических факторов среды на здоровье. Влияние на живой организм шума, электромагнитных, электрических и магнитных полей.

## Рекомендуемая литература

1. Уразаева, Н.А. Сельскохозяйственная экология : учебное пособие / Под ред. Н.А.Уразаева. – 2-е изд. перераб. и доп. – М. : Колос, 2000. – 304 с.

2. Голубев, А.В. Сельскохозяйственная экология : учебное пособие / А.В. Голубев, Н.А. Моисенко. – Саратов : Саратовская ГСХА, 1997. – 418 с.

3. Демиденко, Г.А. Сельскохозяйственная экология : учебное пособие / Г.А. Демиденко, Н.В. Фомина. – Красноярск : КрасГАУ, 2017. – 247 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/103803>

4. Иванова, Е.П. Практикум по сельскохозяйственной экологии : учебное пособие / Е.П. Иванова. – Уссурийск : Приморская ГСХА, 2015. – 139 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/-book/70631>.

## Оглавление

Предисловие .....	3
Занятие 1. Проблемы взаимодействий человека и окружающей среды в различные исторические эпохи .....	4
Занятие 2. Основные свойства почвы и их экологическое значение .....	5
Занятие 3. Ресурсы России. Вода как фактор риска .....	6
Занятие 4. Загрязнения с.-х. угодий пестицидами и проблема чистых кормов в животноводстве .....	8
Занятие 5. Экологизация животноводства и производство экологически чистой продукции .....	9
Занятие 6. Природоохранные и ресурсосберегающие технологии .....	10
Занятие 7. Развитие биоэнергетики и проблемы утилизации отходов в сельском хозяйстве .....	11
Занятие 8. Экология домашних животных .....	12
Занятие 9. Биотехнология и трансгенные продукты: достижения и проблемы .....	13
Занятие 10. Глобальное потепление климата и изменение в мировой структуре сельского хозяйства .....	14
Этапы управления экологическими проектами .....	17
Вопросы для подготовки к зачету .....	20
Рекомендуемая литература .....	22



Учебное издание

*Составитель:*  
Зайцева Лилия Михайловна

## СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

Методические указания

Отпечатано с готового оригинал-макета  
Подписано в печать 15.04.2021. Формат 60×84 1/16

Усл. печ. л. 1,4; печ. л. 1,5.

Тираж 50. Заказ № 60.

Издательско-библиотечный центр ФГБОУ ВО Самарского ГАУ  
446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2

Тел.: 8 939 754 04 86, доб. 608

E-mail: [ssaariz@mail.ru](mailto:ssaariz@mail.ru)



Министерство сельского хозяйства  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«Самарский государственный аграрный  
университет»

Кафедра «Биоэкология и физиология  
сельскохозяйственных животных»

**В. В. Петряков**

## **Биохимия клетки**

**Методические указания  
для проведения практических занятий**

Кинель  
ИБЦ Самарского ГАУ  
2021

УДК 577(075.8)  
ББК 28.672я73-1  
П-30

**Петряков, В. В.**

**П-30** Биохимия клетки : методические указания. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2021. – 32 с.

В методических указаниях кратко изложен практический материал по предмету «Биохимия клетки». Описаны основы эукариотической клетки, биохимический состав органоидов клетки, основные биохимические процессы, осуществляющиеся в клетке.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки 06.03.01 Биология и других биологических специальностей.

© ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, 2021  
© Петряков В.В., 2021

## Предисловие

Живая клеточная структура обладает удивительными особенностями, свойственными для живого организма и характеризуется более тонкой структурой, в которой протекают сложные и более удивительные воплощения законов физики и химии. Подчиняясь законам наследственности и действию естественного отбора, происходящим на Земле с момента зарождения жизни и до настоящего дня живые клетки постепенно совершенствовали свои молекулярно-биохимические процессы, расширяли их спектр и записывали результаты своих экспериментов в генетических структурах с последующей возможностью передачи наследственных признаков новому потомству.

Цель издания методических указаний заключается в получении обучающимися знаний о строении и свойствах биохимических соединений, входящих в состав живой клетки, материи, их взаимных превращениях, о значении биохимических процессов с их участием для понимания физико-химических основ жизни, молекулярных механизмов наследственности, а также овладение знаниями единства метаболических процессов в живой клетке и их регуляции на молекулярном, клеточном и организменном уровнях.

Практические занятия проводятся параллельно с теоретическим курсом, что дает возможность глубже и полнее усвоить материал, проникнуть в биохимические процессы и явления в клеточных структурах.

## ЗАНЯТИЕ №1

### Строение клеток эукариот

**Цель занятия:** изучить особенности строения растительной и животной эукариотической клетки, основные свойства и выполняемые функции органоидов эукариотической клетки.

#### *Строение животной и растительной эукариотической клетки*

Эукариоты или ядерные клеточные структуры – это надцарство живых организмов, в клетках которых содержится ядро. Все организмы, кроме прокариот (бактерий и архей), являются ядерными. Клетки эукариот включают около десятка видов различных структур – органеллы, из которых многие отделены от цитоплазмы одной или несколькими мембранами.

Клетки, образующие ткани животных и растений, значительно различаются по форме, размерам и внутреннему строению. Однако все они обнаруживают сходство в главных чертах процессов жизнедеятельности, обмена веществ, в раздражимости, росте, развитии, способности к изменчивости.

Клетки всех типов содержат два основных компонента, тесно связанных между собой, – цитоплазму и ядро. Ядро отделено от цитоплазмы пористой мембраной и содержит ядерный сок, хроматин и ядрышко. Полужидкая цитоплазма заполняет всю клетку и пронизана многочисленными канальцами. Снаружи она покрыта цитоплазматической мембраной, в которой имеются специализированные структуры – органоиды, присутствующие в клетке постоянно, и временные образования – включения.

Мембранные органоиды, включающиеся в клеточную структуру представлены наружной цитоплазматической мембраной, эндоплазматической сетью, аппаратом Гольджи, лизосомами, митохондриями и пластидами. В основе строения всех мембранных органоидов лежит биологическая мембрана. Все мембраны имеют принципиально единый план строения и состоят из двойного слоя фосфолипидов, в который с различных сторон и на разную глубину погружены белковые молекулы. Мембраны органоидов отличаются друг от друга лишь наборами входящих в них белков (рис. 1).

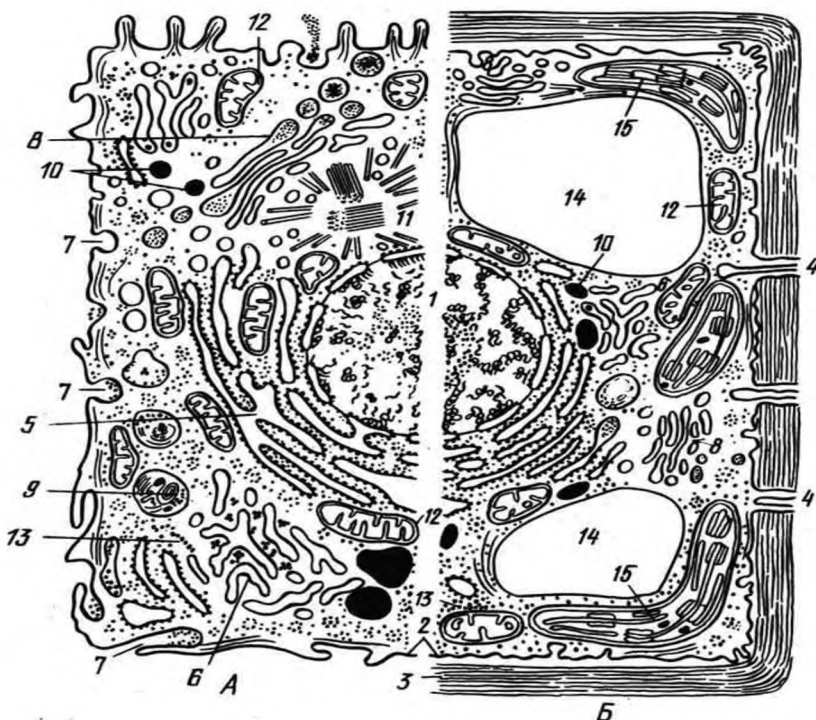


Рис. 1. Схема строения эукариотической клетки

А – клетка животного происхождения; Б – растительная клетка: 1 – ядро с хроматином и ядрышком; 2 – цитоплазматическая мембрана; 3 – клеточная стенка; 4 – поры в клеточной стенке, через которые сообщается цитоплазма соседних клеток; 5 – пероховатая эндоплазматическая сеть; 6 – гладкая эндоплазматическая сеть; 7 – пиноцитозная вакуоль; 8 – аппарат (комплекс) Гольджи; 9 – лизосома; 10 – жировые включения в каналах гладкой эндоплазматической сети; 11 – клеточный центр; 12 – митохондрия; 13 – свободные рибосомы и полирибосомы; 14 – вакуоль; 15 – хлоропласты.

Таким образом, эукариотические клетки в среднем намного крупнее прокариотических и такая разница в объёме достигает нескольких тысяч раз. Клетки эукариот включают около десятка видов различных структур, известных как органеллы (органоиды), из которых многие отделены от цитоплазмы одной или несколькими мембранами.

## ***Строение и свойства органоидов эукариотической клетки, выполняемые функции***

Особенности строения, свойства и выполняемые функции органоидов эукариотической клетки весьма многообразны. Главными из органоидов клетки являются:

1. *Плазматическая мембрана* представлена тонкой пленкой порядка 7-10 мк и состоит из двойного слоя фосфолипидов с включением белков. Гидрофобные (отталкивающие воду) молекулы липидов погружены в толщу мембраны, а гидрофильные обращены наружу в окружающую водную среду. К некоторым белкам на поверхности клеток прикреплены углеводы – такие белки называют гликопротеинами, выступающими рецепторами. Снаружи углеводный слой представлен гликокаликсом. Белки, гликопротеины и липиды, находящиеся на поверхности разных клеток, очень специфичны и являются указателями типа клеток. С их помощью клетки «узнают» друг друга (например, сперматозоид «узнает» яйцеклетку).

Функциями плазматической мембраны являются изолирование клетки от окружающей среды; обеспечение обмена веществ и энергии между клеткой и внешней средой, движение клеток и сцепление их друг с другом; соединение клеток в ткани; участие в фагоцитозе и пиноцитозе.

2. *Цитоплазма клетки* представлена коллоидным раствором из различных солей и органических веществ составляя цитозоль. Вода составляет порядка 60-90% всей массы цитоплазмы. Белковые компоненты включаются в состав цитоплазмы в количестве 10-20%, а иногда до 70 % от сухой массы. Система белковых нитей, пронизывающая цитоплазму, создает необходимый для клеточной структуры цитоскелет. Кроме белков, в состав цитоплазмы могут входить липиды в количестве 23%, различные органические – 1,5 % и неорганические – 1,5% соединения. Клеточная цитоплазма находится в постоянном движении.

Основными выполняемыми функциями цитоплазмы является её способность выступать для клетки в качестве жидкой среды с целью осуществления биохимических реакций. Кроме того, цитоплазма участвует в передвижении веществ, а также поддерживает тургор клетки; выполняет терморегуляцию и осуществляет механическую функцию за счет цитоскелета.

3. *Ядро и ядрышко*, выступающими важнейшими органоидами эукариотической клетки. Ядро окружено двухслойной пористой мембраной, образующей комплекс с остальными мембранами клетки. Ядерная структура клетки содержит хроматин, представленный комплексом ДНК и белка, образуя хромосомы в момент деления клетки.

Ядрышко состоит из белка и РНК. Внутри ядрышка содержится ядерный сок – кариолимфа, представленная коллоидным раствором органических и неорганических веществ.

Основными функциями ядра и ядрышка является способность хранения наследственной информации в хромосомах; регуляции синтеза белка и процессов, происходящих в клетке; транспорт веществ и синтез РНК (иРНК, тРНК, рРНК), а также руководит процессами самовоспроизведения и процессами развития организма.

4. *Эндоплазматическая сеть (ретикулум)*, представлена шероховатым (гранулярным) и гладким ретикулумом. Шероховатый представляет собой систему мембран, образующих канальцы, цистерны, трубочки, несущую рибосомы. Строение мембран сходно с наружной мембраной и образуете ней единую сеть. Главными функциями шероховатого ретикулума является синтез белка на рибосомах; транспорт веществ по цистернам и трубочкам; деление клетки на отдельные секции – компартменты.

Гладкий ретикулум имеет такое же строение, как и шероховатый, но не несет рибосом. Участвует в синтезе липидов, белок не синтезируется. Остальные функции, сходные с шероховатым ретикулум.

5. *Рибосомы* представлены мельчайшими органоидами клетки, диаметром около 20 нм. Рибосомы состоят из двух неравных субъединиц (частиц) – большой и малой. В состав рибосомы входят рибосомальная РНК и белки, которые синтезируются в ядрышке. Большая и малая субъединицы объединяются вдоль иРНК в цепочки, образуя полисому. Основной функцией рибосом является биосинтез первичной структуры белка по принципу матричного синтеза.

6. *Лизосомы* представляют собой окруженный одинарной мембраной пузырек диаметром 0,2-0,8 мкм овальной формы. Содержит набор пищеварительных ферментов, синтезированных на рибосомах и образуется в комплексе Гольджи. Прочная мембрана



лизосом препятствует проникновению ферментов в цитоплазму. Рибосома входит в состав единой мембранной системы клетки.

7. *Митохондрии* представлены двухмембранными органоидами, наружная мембрана которых гладкая, а внутренняя образует многочисленные складки и выросты – кристы. Внутри митохондрия заполнена бесструктурным матриксом, в котором содержатся молекулы ДНК, РНК, рибосомы. Митохондрии имеют разнообразную форму: округлую, овальную, цилиндрическую и палочковидную.

Главными функциями митохондрий является то, что они выступают в качестве основного энергетического и дыхательного центра клетки. Митохондрии участвуют в освобождении энергии в процессе дыхания, способны «запасать» энергию в виде молекул АТФ. Выступают в качестве источника энергии за счёт органических веществ, окисляющихся под действием ферментов до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ .

8. Аппарат (комплекс) Гольджи представлен системой уплощенных цистерн (трубочек, полостей), ограниченных двойными мембранами, образующих по краям пузырьки (диктиосомы). В растительных клетках цистерны способны расширяться и превращаться в крупные вакуоли. Аппарат Гольджи входит в единую мембранную систему клетки.

По своему функционалу комплекс Гольджи способен участвовать в транспорте продуктов биосинтеза к поверхности клетки и в выведении их из клетки. Участвует в построении клеточной стенки и формировании лизосом.

**Задание 1.** Изучите особенности строения эукариотической клетки животного и растительного происхождения.

**Задание 2.** Изучите строение и свойства органоидов эукариотической клетки и выполняемые функции.

#### *Контрольные вопросы*

1. Каково строение эукариотической клетки животного и растительного происхождения?
2. Каковы свойства органоидов эукариотической клетки?
3. Каковы выполняемые функции органоидов эукариотической клетки?

## ЗАНЯТИЕ №2

### Биохимия митохондрий и пластид

**Цель занятия:** изучить особенности строения, роль в клетке и характер биохимической организации митохондрий и пластид.

#### *Особенности строения митохондрии, её роль в клетке*

*Митохондрия* (митос – нитка, хондрос – зерно) – органелла эллипсоидной формы, имеющая 2 мембраны. Она входит в состав многих эукариотических клеток автотрофов (растительные) и гетеротрофов (животные) вместе с другими органоидами (хлоропластами, пластидами, рибосомами).

Главными компонентами митохондрии являются внутренняя и внешняя мембрана, межмембранное пространство и матрикс. Диаметр, как правило, около одного микрометра (рис. 2).

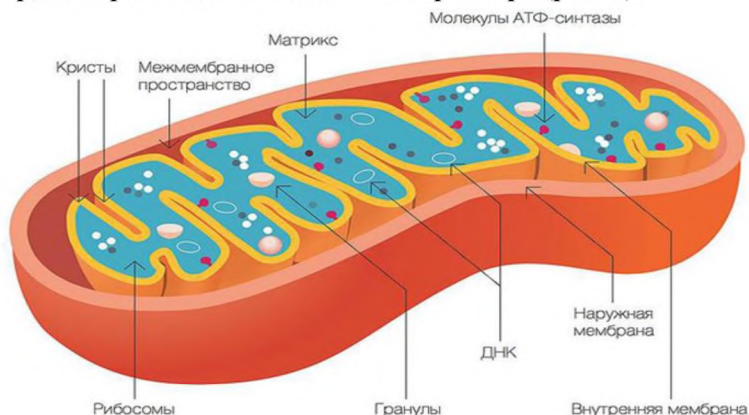


Рис. 2. Строение митохондрии

*Наружная мембрана* (оболочка), толщина которой порядка 7 нанометров. Не имеет рубцов и неровностей, и замыкается в своей структуре. Площадь внешней оболочки составляет почти 7% от общей площади мембран всех органоидов клетки. Её главное назначение заключается в создании границы между цитоплазмой и митохондрией. В состав верхней оболочки входят липиды с белковыми включениями в пропорции 2:1.

Отдельную функцию выполняет белковое соединение – *порин*, образующий каналы. Он создаёт в мембране сквозные проходы диаметром 2-3 нанометров. Сквозь них могут свободно проходить ионы и маленькие молекулы. Большие молекулы проходят через внешнюю стенку только с помощью активной транспортировки посредством транспортных веществ оболочек органеллы. Для внешней мембраны типично наличие ферментов: ацил-СоА-синтетазы, монооксигеназы, фосфолипазы А 2.

В состав *внутренней оболочки* входят комплексы белков в пропорции белок/липид 3:1. Она создаёт своеобразный рисунок в виде множественных складок (крист), значительно увеличивающих площадь поверхности. В клетках, например, печени, она занимает почти 1/3 от всей поверхности клеточных мембран. Состав перегородки характеризуется присутствием кардиолипина – специального фосфолипида, который содержит 4 жирные кислоты и делает стенки совершенно непроницаемыми для протонов.

Ещё одной отличительной чертой внутренней мембраны органоида является наличие белков, достигающее 70% от массы. Это транспортные соединения, ферменты дыхательной цепочки и большие АТФ-синтетазные комплексы. В сравнении с наружной, скрытая мембрана не имеет характерных отверстий для перемещения ионов и мельчайших молекул. На обращённой к матриксу поверхности расположены специфические молекулы АТФ-синтазы, которые состоят из основы, стойки и головки. При проходе сквозь них протонов образуется АТФ. В основе частиц находятся составляющие дыхательной цепочки и заполняют всю толщу мембраны.

*Матрикс* – эта область ограничена внутренней оболочкой. В светло-красной субстанции или матриксе располагаются аппараты ферментного окисления жирных кислот пирувата, а также ферменты оборота трикарбоновых кислот (цикл Кребса). Помимо этого, в матриксе присутствуют ДНК и РНК органеллы, а также механизм митохондрии для образования белков.

### ***Биохимическая генерация энергии митохондрий***

Главная функция митохондрии – это синтез АТФ. Аденозинтрифосфорная кислота (АТФ) выступает универсальным видом химической энергии в любой живой клетке. Наравне с прокариотом, молекула АТФ зарождается двумя способами:

1) при субстратном фосфорилировании в жидкостной стадии (гликолизе);

2) мембранным фосфорилированием, которое относится к применению энергии трансмембранного электрохимического градиента протонов (ион водорода).

Органелла пользуется обоими методами: первый подходит для стартовых процессов окисления субстрата в матриксе, а с помощью второго заканчиваются процессы образования энергии и относится он к кристам органеллы.

Особенность митохондрии, как энергообразующего органоида эукариотов, определяет второй метод образования АТФ, который в биологии называется «хемиосмотическое сопряжение». Его смысл состоит в постепенном преобразовании химической энергии возрождающих эквивалентов НАДН (никотинамидадениндинуклеотида) в электрохимический протонный градиент  $\Delta\mu\text{H}^+$  с обеих сторон внутренней диафрагмы митохондрии, что активизирует мембранно-связанную АТФ-синтазу и заканчивается появлением макроэргической связи в молекуле АТФ.

Кратко всю схему генерирования энергии в органеллах можно разделить на 4 базовых этапа, первые 2 проходят в матриксе, а остальные 2 – на кристах органеллы:

1. Преобразование попавших из цитоплазмы в органеллу пирувата и жирных кислот в ацетил-СоА.

2. Окисдирование ацетил-СоА в цикле Кребса, приводящее к формированию НАДН и двух молекул  $\text{CO}_2$ .

3. Перевод электронов с НАДН на кислород по цепочке дыхания с формированием  $\text{H}_2\text{O}$ .

4. Формирование АТФ по итогам работы мембранного АТФ-синтетазного комплекса.

### *Биохимия пластид*

*Пластиды* (греч. plastides – созидающие, образующие) – это мембранные органоиды фотосинтезирующих эукариотических органоидов – высших растений, низших водорослей, некоторых одноклеточных. Пластиды присутствуют во всех типах клеток растений и в каждом типе находится свой набор этих органоидов. Всем пластидам свойственен ряд общих черт: они имеют свой генетический аппарат и окружены оболочкой, состоящей из двух концентрических мембран.

Все пластиды развиваются из пропластид, представляющие собой мелкие органоиды, присутствующие в клетках меристемы, судьба которых определяется потребностями дифференцированных клеток. Все типы пластид представляют собой единый генетический ряд.

У высших растений найден целый набор различных пластид (хлоропласт, лейкопласт, амилопласт, хромопласт), представляющих собой ряд взаимных превращений одного вида пластиды в другой. Основной структурой, которая осуществляет фотосинтетические процессы, является хлоропласт.

У высших растений также встречается деление зрелых хлоропластов, но очень редко. Увеличение числа хлоропластов и образование других форм пластид (лейкопластов и хромопластов) следует рассматривать как путь превращения структур-предшественников, пропластид. Весь же процесс развития различных пластид можно представить в виде монотропного (идущего в одном направлении) ряда смены форм (рис. 3):

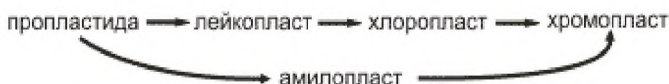


Рис. 3. Формы развития пластид

*Лейкопласты* (греч. leucos – белый) – бесцветные пластиды, которые содержатся в клетках растительных органов, лишенных окраски. Они представляют собой округлые образования, наибольший размер которых порядка 2-4 мкм. Они окружены оболочкой, состоящей из двух мембран, внутри которой находится белковая строма. Строма лейкопластов содержит небольшое число пузырьков и плоских цистерн – ламелл. Лейкопласты способны развиваться в хлоропласты и процесс их развития связан с увеличением размеров, усложнением внутренней структуры, а также образованием зеленого пигмента – хлорофилла. Такая перестройка пластид происходит, например, при позеленении клубней картофеля.

Лейкопласты способны также переходить в хромопласты. В некоторых тканях, таких как эндосперм в зерновке злаков, в корневищах и клубнях лейкопласты превращаются в хранилище за-

пасного крахмала – амилопласты. Онтогенетические переходы одной формы в другую необратимы, когда хромопласт не может сформировать ни хлоропласт, ни лейкопласт. Точно так же хлоропласт не может вернуться в состояние лейкопласта.

*Хлоропласты* (chloros – зеленый) – основная форма пластид, в которых протекает фотосинтез. Хлоропласты высших растений представляют собой линзовидные образования, ширина которых составляет по короткой оси 2-4 мкм, по длинной оси порядка 5 мкм и больше. Количество хлоропластов в клетках разных растений варьирует очень сильно, в клетках высших растений содержится от 10 до 30 хлоропластов. Например, у зеленых водорослей может быть один хромофор на клетку, у эвгленовых и динофлагеллят молодые клетки содержат от 50 до 80 хлоропластов, старые содержать порядка 200-300. Хлоропласты водорослей могут быть чашевидными, лентовидными, спиралевидными, пластинчатыми, звездчатыми, в них обязательно присутствует плотное образование белковой природы – пиреноиды, вокруг которого концентрируется крахмал.

Ультраструктура хлоропластов обнаруживает большое сходство с митохондриями, прежде всего, в строении оболочки хлоропласта – перистромиа. Он окружен двумя мембранами, которые разделены узким межмембранным пространством шириной около 20-30 нм. Наружная мембрана обладает высокой проницаемостью, внутренняя – менее проницаема и несёт специальные транспортные белки. Следует подчеркнуть, что наружная мембрана непроницаема для АТФ. Внутренняя мембрана окружает большую центральную область – строму, выступающего в качестве аналога митохондриального матрикса. Строма хлоропласта содержит разнообразные ферменты, рибосомы, ДНК и РНК.

Хлоропласты значительно крупнее митохондрий. Их внутренняя мембрана не образует крист и не содержит цепи переноса электронов. Все важнейшие функциональные элементы хлоропласта размещены в третьей мембране, которая образует группы уплощенных дисковидных мешочков – тилакоидов, образуя тилакоидную мембрану. Эта мембрана включает в свой состав пигмент-белковые комплексы, прежде всего хлорофилл, пигменты из группы каротиноидов, из которых основными являются каротин и ксантофилл. Кроме того, в тилакоидную мембрану включены компоненты электрон-транспортных цепей.

Внутренние полости тилакоидов создают третий внутренний компартмент хлоропласта – тилакоидное пространство. Тилакоиды образуют стопки – граны, количество которых от нескольких единиц до 50 и более. Размер гран, в зависимости от числа тилакоидов в них, может достигать 0,5 мкм. Такие размеры гран являются доступными для их наблюдений с помощью светового микроскопа. В состав гран, кроме тилакоидов, входят участки ламелл стромы, представляющие собой плоские, протяженные, перфорированные мешочки, располагающиеся в параллельных плоскостях хлоропласта, которые не пересекаются друг с другом и имеют замкнутую структуру. Сами же ламеллы стромы связывают отдельные граны, но при этом полости тилакоидов и полости ламелл не связаны друг с другом.

Функция хлоропластов – фотосинтез, образование органических веществ из углекислого газа и воды за счет энергии солнечного света. Это один из важнейших биологических процессов, постоянно и в огромных масштабах, совершающихся на нашей планете. Ежегодно растительные представители земного шара образует более 100 млрд т. органического вещества, усваивая около 200 млрд тонн углекислого газа и выделяя во внешнюю среду около 145 млрд тонн свободного кислорода.

*Хромопласты* – это пластиды растительной клетки, имеющие окраску желто-оранжевого цвета. Их можно определить как сенильные, деградирующие органоиды клетки, образующиеся при разрушении хлоропластов, о чём свидетельствует и химический состав пластид. Если в хлоропластах белки составляют около 50% их общей массы, а липиды 30%, то в хромопластах это соотношение меняется следующим образом: 22% белков, 58% липидов, и ДНК при этом уже не обнаруживается. Окраска хромопластов зависит от присутствия каротиноидов и разрушения хлорофилла. Азотсодержащие соединения (производные пиррола), возникающие при распаде хлорофилла, оттекают из листьев так же, как и белки, образующиеся при распаде белково-липидной системы мембран. Липиды остаются внутри перистромия. В них растворяются каротиноиды, окрашивая пластиды в желтые и оранжевые тона. Образование хромопластов из хлоропластов происходит двумя путями. Например, у лютика хромопласты образуются из бледно-зеленых хлоропластов, содержащих крахмал. Постепенно исчезают хлорофилл и крахмал, увеличивается содержание желто-

го пигмента, который растворяется в липидных каплях, образуя глобулы. Одновременно с образованием глобул происходит окончательное разрушение ламеллярной структуры хлоропласта. В сформировавшемся хромопласте сохраняется только перистромий, глобулы покрывают всю его внутреннюю поверхность, а центр пластиды выглядит оптически пустым. Роль хромопластов в клетке не ясна. Но для растительного организма в целом эти пластиды играют важную роль, так как органы растения, в которых прекращается фотосинтез, становятся привлекательными для насекомых, птиц, других животных, которые осуществляют опыление растений и распространение их плодов и семян. При осеннем пожелтении листьев разрушение хлоропластов и образование хромопластов приводит к утилизации белков и азотсодержащих соединений, которые перед листопадом оттекают в другие органы растения.

**Задание 1.** Изучите строение митохондрий.

**Задание 2.** Изучите характер биохимической генерации энергии, производимой митохондрией.

**Задание 3.** Изучите биохимию пластид.

#### *Контрольные вопросы*

1. Каково строение митохондрий?
2. В чем смысл биохимической генерации энергии, производимой митохондрией?
3. Какова биохимия пластид?

## **ЗАНЯТИЕ №3**

### **Структурные компоненты ядра клетки**

**Цель занятия:** изучить структурные компоненты ядра клетки и уровни организации (спирализации) хроматина.

#### *Характеристика структурных компонентов ядра клетки*

**Ядро** – самая заметная и обычно самая крупная органелла клетки. Оно впервые было подробно исследовано Робертом Броуном в 1831 году. Ядро обеспечивает важнейшие метаболические



и генетические функции клетки. По форме оно достаточно изменчиво: может быть шаровидным, овальным, лопастным, линзовидным.

Ядро играет значительную роль в жизни клетки. Клетка, из которой удалили ядро, в дальнейшем не способна выделять оболочку, перестаёт расти и синтезировать вещества. В ней усиливаются продукты распада и разрушения, вследствие этого она быстро погибает. Образование нового ядра из цитоплазмы не происходит. Новые ядра образуются только путем деления или дроблением старого ядра.

Внутреннее содержимое ядра составляет кариолимфа (ядерный сок), заполняющая пространство между структурами ядра. В нём находится одно или несколько ядрышек, а также значительное количество молекул ДНК, соединённых со специфическими белками – гистонами.

*Ядерная оболочка* – мембранный барьер, отделяющий ядро от цитоплазмы. Она контролирует перемещение макромолекул между нуклеоплазмой и цитозолем, участвует в фиксировании хромосом и цитоскелета, являясь частью регуляторного механизма экспрессии у эукариот.

Ядерная оболочка образована внешней и внутренней мембранами. Наружная мембрана переходит в шероховатый эндоплазматический ретикулум, и обеспечивает присоединение структурных элементов цитоплазмы. Внутренняя мембрана выстлана белками – ламининами, образующими ядерную пластинку, которая закрепляет различные ядерные структуры. Между мембранами располагается перинуклеарное пространство.

*Кариоплазма* – это содержимое клеточного ядра, которое заполняет пространство между мембранами, ядрышком, хроматином и другими структурами, создавая основную внутреннюю среду ядра. Кариоплазма имеет вид бесструктурной гелиевой массы, с характерными структурными и функциональными свойствами. Размер её гранул сравним с размером микромолекул.

Главной биохимической функцией кариоплазмы является то, что в ней происходит транспорт различных веществ. Химический состав кариоплазмы очень сложный и представлен как органическими, так и неорганическими веществами. В кариоплазме в достаточной концентрации находятся нуклеотиды, ферменты матричных процессов, а также локализован белок ядерного мат-

рикса. В состав ядерного матрикса входят участки, где нити матрикса образуют сгущения, то есть ядрышковую сеть. Здесь же крепятся участки хромосом, в которых расположены гены для РНК, они получили название ядрышковых организаторов. В ядрышке формируются субъединицы рибосом, происходит объединение РНК с нуклеофильными белками, синтез РНК.

*Ядерные поры* или ядерные поровые комплексы – это крупные белковые комплексы, пронизывающие ядерную мембрану и осуществляющие транспорт макромолекул между цитоплазмой и ядром клетки. Переход молекул из ядра в цитоплазму и в обратном направлении называется ядерно-цитоплазматическим транспортом.

*Ядрышко* представляет собой хорошо заметную округлую структуру, находящуюся внутри ядра, выступающим местом образования рибосом. В ядре может быть одно или несколько ядрышек. Ядрышко интенсивно окрашивается, потому что оно содержит большое количество ДНК и РНК. РНК близка по своей структуре к ДНК, так как с ДНК она «переписывается» (транскрибируется). В ядрышке имеется особая плотная область, где располагается ДНК одной или нескольких хромосом. Здесь сосредоточено много копий генов, кодирующих рибосомную РНК (рРНК). Во время деления ядра ядрышко становится невидимым, потому что ДНК диспергируется. По завершении деления ядрышко появляется вновь.

### *Хроматин и уровни его организации (спирализации)*

Слово «хроматин» в переводе означает «окрашенный материал», был назван так потому, что он легко окрашивается при подготовке к исследованию с помощью светового микроскопа. Во время деления ядра хроматин окрашивается интенсивнее, а значит, становится и более заметным, что объясняется его конденсацией – образованием более туго скрученных (спирализованных) нитей, которые называются хромосомами. В интерфазе (период между двумя делениями ядра) хроматин переходит в более диспергированное состояние. Часть его, однако, остается плотно спирализованной и по-прежнему интенсивно окрашивается. Эту часть называют гетерохроматином, с характерными темными пятнами, располагающимися обычно ближе к оболочке ядра. Остальная часть, более рыхло спирализованного хроматина называется эухроматином.

Уровни организации (спирализации) хроматина:

1. *Первый* – образование двойной спирали ДНК, построенной по принципу комплементарности, открытый Уотсоном и Криком.

2. *Второй* (упаковка молекулы ДНК в нуклеосомную нить с помощью гистоновых и негистоновых белков).

3. *Третий* – хроматиновая фибрилла (нуклеомерный уровень). Дальнейшая компактизация нуклеосомной нити обеспечивается гистоном H1, который сближает белковые коры. В результате образуется более компактная структура, построенная, возможно, по типу соленоида. Такая хроматиновая фибрилла называется элементарной с диаметром структуры порядка 20-30 нм.

4. *Четвертый уровень* – интерфазная хромонома (хромомерный). Скручивание самой нуклеосомной нити приводит к образованию элементарной хроматиновой фибриллы. При этом каждая хроматида состоит из одной фибриллы.

5. *Пятый уровень* (метафазная хроматида) – при дальнейшей упаковке хроматиновые фибриллы образуют петельные домены, внутри которых встречаются более конденсированные участки.

Таким образом, упакованная хроматиновая фибрилла образует хроматиду, а две хроматиды одну хромосому.

**Задание 1.** Изучите биохимию структурных компонентов ядра клетки.

**Задание 2.** Опишите структуру хроматина и уровни его организации (спирализации).

*Контрольные вопросы*

1. Каковы структурные компоненты ядра клетки?
2. Что из себя представляет хроматин?
3. Каковы уровни организации (спирализации) хроматина?

## ЗАНЯТИЕ №4

### Особенности организации и биохимического функционирования органоидов клетки

**Цель занятия:** изучить характер организации и биохимические процессы, протекающие в органоидах клетки.

#### *Эндоплазматический ретикулум*

*Эндоплазматический ретикулум* (лат. *reticulum* – сеточка), или эндоплазматическая сеть – внутриклеточный органоид эукариотической клетки, представляющий собой разветвлённую систему из окружённых мембраной уплощённых полостей, пузырьков и канальцев.

При участии эндоплазматического ретикулума происходит трансляция и транспорт белков, синтез и транспорт липидов и стероидов. Для него также характерно накопление продуктов синтеза, участие в создании новой ядерной оболочки (например после митоза). Эндоплазматический ретикулум содержит внутриклеточный запас кальция, который является, в частности, медиатором сокращения мышечной клетки. В клетках мышечных волокон расположена особая форма эндоплазматического ретикулума – саркоплазматическая сеть.

Выделяют два вида эндоплазматического ретикулума:

1) *гранулярный (шероховатый) эндоплазматический ретикулум*, главной функцией которого является синтез белков. Белки, производимые клеткой, синтезируются на поверхности рибосом, которые могут быть присоединены к поверхности эндоплазматической сети. Полученные полипептидные цепочки помещаются в полости гранулярного эндоплазматического ретикулума (куда попадают и полипептидные цепочки, синтезированные в цитозоле), где впоследствии правильным образом обрезаются и сворачиваются. Таким образом, линейные последовательности аминокислот получают после транслокации в эндоплазматический ретикулум необходимую трёхмерную структуру, после чего повторно перемещаются в цитозоль.

2) *агранулярный (гладкий) эндоплазматический ретикулум* участвует во многих процессах метаболизма: играет важную роль в углеводном обмене, нейтрализации ядов и запасании кальция.

Ферменты агранулярного эндоплазматического ретикулаума участвуют в синтезе различных липидов и фосфолипидов, жирных кислот и стероидов. В частности, в связи с этим в клетках надпочечников и печени преобладает агранулярный эндоплазматический ретикулум.

### ***Комплекс Гольджи***

*Аппарат (комплекс) Гольджи* – мембранная структура эукариотической клетки, органелла, в основном предназначенная для выведения веществ, синтезированных в эндоплазматическом ретикулуме. Аппарат Гольджи назван в честь итальянского учёного Камилло Гольджи, впервые обнаружившего его в 1898 году.

Комплекс Гольджи представлен мембранными структурами, собранными вместе в небольшой зоне. Отдельная зона скопления этих мембран называется диктиосомой. Таких зон в клетке может быть несколько. В диктиосоме плотно друг к другу (на расстоянии 20-50 нм) расположены 5-10 плоских цистерн, между которыми располагаются тонкие прослойки гиалоплазмы. Кроме плотно расположенных плоских цистерн, в зоне комплекса Гольджи наблюдается множество мелких пузырьков (везикул).

Комплекс Гольджи участвует в сегрегации и накоплении продуктов, синтезированных в цитоплазматической сети, в их химических перестройках, созревании; в цистернах комплекса Гольджи происходит синтез полисахаридов, их комплексирование с белками, что приводит к образованию мукопротеидов, и, главное, с помощью элементов аппарата Гольджи происходит процесс выведения готовых секретов за пределы клетки. Кроме того, комплекс Гольджи обеспечивает формирование клеточных лизосом.

Секреторная функция комплекса Гольджи заключается в том, что синтезированный на рибосомах экспортируемый белок отделяется и накапливается внутри цистерн эндоплазматической сети, по которым он транспортируется к зоне мембран пластинчатого комплекса. Затем накопленный белок может конденсироваться, образуя секреторные белковые гранулы или оставаться в растворенном виде.

### ***Лизосомы и пероксисомы***

*Лизосомы* представляют собой пузырьки, отделившиеся от аппарата Гольджи и взвешенные в цитоплазме. Лизосомы форми-

руют внутриклеточную пищеварительную систему которая позволяет клеткам перерабатывать поврежденные структуры клетки, частицы питательных веществ, захваченные клеткой, а также нежелательные элементы, например бактерии. Лизосомы разных клеток существенно отличаются друг от друга, однако их диаметр обычно составляет 250-750 нм.

Лизосома окружена обычным липидным бислоем и содержит большое число маленьких гранул от 5 до 8 нм в диаметре. Содержимое гранул представлено белковыми агрегатами, которые содержат около 40 разных гидролаз, расщепляющих ферменты. Гидролитические ферменты способны расщеплять органические вещества на два или более фрагментов путем присоединения к одному из них протона, а к другому – гидроксильного иона. Так, белки, гидролизуются до аминокислот, гликоген – до глюкозы, жиры – до глицерина и жирных кислот. Мембрана лизосом, как правило, препятствует попаданию ферментов непосредственно в цитоплазму и таким образом, не допуская самопереваривания клетки.

*Пероксисома* – клеточная органелла, окружённая единственной мембраной и не содержащая ДНК или рибосом (в отличие от митохондрий и хлоропластов). Пероксисомы присутствуют во всех эукариотических клетках. Они содержат ферменты, которые при помощи молекулярного кислорода окисляют некоторые органические вещества. В пероксисомах также происходит  $\beta$ -окисление жирных кислот и протекают первые этапы образования плазмалогенов. У растений пероксисомы клеток листьев участвуют в процессе фотодыхания. Импорт белков в пероксисомы происходит при участии короткой сигнальной последовательности.

**Задание 1.** Изучите классификацию и биохимические особенности эндоплазматического ретикулума.

**Задание 2.** Опишите биохимическую роль комплекса Гольджи, лизосом и пероксисом.

#### *Контрольные вопросы*

1. Каковы особенности классификации и биохимическая особенность эндоплазматического ретикулума?
2. В чём смысл биохимической роли комплекса Гольджи, лизосом и пероксисом?

## ЗАНЯТИЕ №5

### Отличия про- и эукариотических рибосом

**Цель занятия:** изучить структуру, функцию рибосом, механизм её сборки и отличия между рибосомами прокариот и эукариот.

#### *Структура и функции рибосом эукариот и прокариот*

В клетках эукариот и прокариот обязательными структурами являются рибосомы. Это мелкие тельца, состоящие из двух субъединиц и выполняющие функцию синтеза белка в процессе трансляции. *Рибосомы* – это немембранные структуры. *Полисома* – это образование, состоящее из нескольких рибосом. Они связываются между собой с помощью матричной или информационной РНК. Несколько рибосом, наподобие бусинок, насаживаются на эту молекулу, в результате чего получается временная структура – полисома. Полисомы клетки концентрируются там, где необходим быстрый синтез большого количества белков. В этом заключается главная биологическая роль этих образований.

Любая рибосома клетки состоит из двух субъединиц: большой и малой. Между ними образуется небольшая щель, по диаметру в точности подходящая для молекулы мРНК, которая там должна находиться. Рибосомы представляют собой сложные нуклеопротеидные комплексы, т. к. в состав как малой, так и большой субъединицы входят молекулы рибосомальной РНК и белки. Белки выполняют функцию каркаса, а РНК, которые обладают рибозимной (ферментативной) активностью, используются в процессе трансляции.

Основной функцией полисомы является процесс трансляции, направленная на образование первичной структуры молекулы белка.

#### *Механизм сборки рибосом*

Транскрибируемые рРНК немедленно упаковываются рибосомными белками для образования рибосом (первые РНК-белковые взаимодействия начинают иметь место еще в то время, когда продолжается транскрипция генов рРНК). Упаковка происходит в ядре, в крупной отдельной структуре, называемой ядрышком. Таким образом, ядрышко – это место процессинга рРНК из

более крупной рРНК-предшественницы и одновременно место их сборки в рибосомы за счет связывания рибосомных белков.

Ядрышко содержит большие петли ДНК, выступающие из некоторых хромосом, при этом каждая петля содержит кластер генов рРНК. Каждый такой кластер генов называется районом ядрышкового организатора. Здесь гены рРНК транскрибируются с высокой скоростью РНК-полимеразой 1.

рРНК-транскрипт сначала упаковывается в крупный комплекс, содержащий много различных белков, импортируемых из цитоплазмы. Большинство из 80 полипептидов, составляющих рибосому, включается на этом этапе. Ядрышко также содержит другие РНК-связывающие белки и некоторые малые рибонуклеопротеиновые частицы, которые, как полагают, требуются для процессинга рРНК, для направления процесса сборки рибосом и помогают катализировать этот процесс. Эти компоненты остаются в ядрышке, когда рибосомные субъединицы экспортируются в цитоплазму в завершённой форме. Одним из таких компонентов является присутствующий в больших количествах РНК-связывающий белок – нуклеолин, который, по-видимому, одевает только транскрипты генов рРНК.

По ходу своего процессинга рРНК теряет часть РНК и белков и затем расщепляется с образованием отдельных предшественников большой рибосомной субъединицы и происходят только в то время, когда эти субъединицы транспортируются в цитоплазму. Такая задержка предотвращает доступ функциональных рибосом к не полностью процессированным молекулам в ядре.

В самом ядрышке можно выделить следующие участки:

1. *Слабо окрашивающийся фибриллярный центр*, содержащий ДНК, которая не транскрибируется активно;
2. *Плотный фибриллярный компонент*, содержащий молекулы РНК в процессе синтеза;
3. *Гранулярный компонент*, содержащий созревающие частицы-предшественницы рибосом.

Таким образом, ядрышко построено за счет специфического связывания незавершённых рибосомных предшественников друг с другом, формирующих крупную сеть. Различия в размерах ядрышек в основном зависят от различий в количестве гранулярного компонента, которое, возможно, контролируется на уровне тран-



скрипции рибосомных генов (контроль доли активированных рибосомных генов и скорости транскрипции каждого гена).

При входе клетки в митоз хромосомы конденсируются, синтез РНК прекращается, а ядрышко исчезает. В телофазе синтез РНК восстанавливается, и крошечные ядрышки появляются в местах хромосомной локализации генов рРНК. В человеческих клетках, так как гены рРНК расположены на 5 хромосомах на гаплоидный геном, после митоза образуется 10 маленьких ядрышек, которые быстро растут и сливаются в одно большое ядрышко, типичное для многих интерфазных клеток. По-видимому, по крайней мере некоторые из РНК-компонентов и белковых компонентов разобранных ядрышек в ходе митоза распределяются по поверхности всех метафазных хромосом и транспортируются в качестве грузов в дочерние ядра, где по мере деконденсации хромосом эти старые ядрышковые компоненты помогают воссоздавать новообразующиеся ядрышки.

### *Отличия между рибосомами прокариот и эукариот*

Прокариоты и эукариоты – это две разные группы организмов, у них есть отличия в составе рибосом, а значит, и полисом тоже. У прокариот в цитоплазме находится большое количество S рибосом (S – это константа седиментации, которая показывает скорость осаждения частиц в центрифуге). Они образованы большой и малой субъединицами. В бактериальных клетках образуется много полисом. Это связано с тем, что у них процесс синтеза белка идет очень быстро: трансляция начинается еще до того, как закончится процесс транскрипции. По этой же причине концентрация рибосом в клетке самая большая возле нуклеоида. У эукариот наблюдаются отличия в значениях константы седиментации элементов рибосомы. Для нее это значение равно 80, для большой и малой субъединиц – 60 и 40 соответственно.

У прокариот и у эукариот полисомы ускоряют процесс синтеза белка. Это очень важно, когда необходимо быстрое образование копий молекул белков. Высокая скорость синтеза особо характерна для бактерий, т. к. их матричная РНК существует непродолжительное время и за этот промежуток необходимо синтезировать как можно больше молекул белка.

**Задание 1.** Разберите структуру и функции рибосом эукариот и прокариот.

**Задание 2.** Раскройте механизмы сборки рибосом.

**Задание 3.** Изучите отличия между рибосомами прокариот и эукариот.

### *Контрольные вопросы*

1. Какова структура и функции рибосом эукариот и прокариот?
2. Каков механизм сборки рибосом?
2. Каковы отличия между рибосомами прокариот и эукариот?

## **ЗАНЯТИЕ №6**

### **Ферментные системы цитозоля**

**Цель занятия:** изучить биохимию (цитозоля) лиалоплазмы; роль цитозоля и цитоскелета в поддержании гомеостаза клетки.

### ***Биохимические характеристики цитозоля***

**Цитозоль** (англ. cytosol, происходит от греч. κύτος – клетка и англ. sol от лат. solutio – раствор) – жидкое содержимое клетки. Около половины объема клетки занято цитозолем или лиалоплазмой. Большую часть цитозоля занимает внутриклеточная жидкость. Химически цитозоль представляет собой сложную смесь веществ, растворённых в жидкости. Хотя большая часть цитозоля представлена водой, его структура и свойства внутри клеток изучены недостаточно. В цитозоле содержится множество веществ, включая: транспортные РНК, ферменты, структурные белки, органические кислоты, нуклеотиды, углеводы, АТФ и другие макроэнергетические соединения, ионы (кальций, калий, натрий, магний и др).

Концентрации ионов, таких как катионы калия и натрия, различаются в цитозоле и внеклеточной жидкости. Эта разница концентраций существенна для таких процессов, как осморегуляция, передача сигнала и генерация потенциала действия в возбудимых клетках, таких как эндокринные, нервные и мышечные клетки. В цитозоле также содержится много макромолекул, которые могут изменять поведение молекул посредством эффекта скупченности макромолекул.

Цитозоль разбивается на компартменты при помощи разнообразных мембран. У эукариот цитозоль располагается под плазматической мембраной и является частью цитоплазмы, в которую, помимо цитозоля, входят митохондрии, пластыды и другие органеллы, но не содержащаяся в них жидкость и внутренние структуры. Таким образом, цитозоль представляет собой жидкий матрикс, окружающий органеллы. У прокариот большая часть химических реакций метаболизма происходит в цитозоле, и лишь небольшая их часть происходит в мембранах и периплазматическом пространстве. У эукариот большинство биохимических реакции протекают в органеллах, некоторые из которых совершаются в цитозоле.

Таким образом, гиалоплазма представляет собойместилище для целого набора биологических молекул, а также настоящую биохимическую станцию, которая объединяет все клеточные структуры и обуславливает их взаимодействие друг с другом. В цитозоле протекает множество метаболических реакций. Около 70% химического состава гиалоплазмы приходится на воду, 20% – на белки и только 10% – на другие химические компоненты. Это бесструктурное вещество занимает до 55% внутреннего объема клетки. Многочисленные функции цитозоля связаны с тем, что, подобно крови в организме, он является связующей субстанцией для всех компонентов цитоплазмы.

### *Биохимические функции цитозоля*

Будучи внутриклеточной средой, цитозоль выполняет множество функций, к которым относят:

- транспортную – гиалоплазма является пространством, по которому перемещаются различные клеточные компоненты (молекулы, ионы, рибосомы и т. д.);
- биохимическую – в цитозоле протекает множество химических реакций;
- осмотическую – концентрация ионов в гиалоплазме обеспечивает осмотические свойства клетки;
- тургорную – давление гиалоплазмы на стенки оболочки клетки обеспечивает ее упругость;
- поддерживающую – гиалоплазма выполняет роль структурной матрицы, в которой определенным образом размещены клеточные компоненты;

- коммуникационную – цитозоль может служить средой для передачи внутриклеточных сигналов;
- распределительную, что характерно для клеток с неравномерным распределением некоторых компонентов по всему объему цитоплазмы.

Так как основную массу цитозоля составляет вода, он также выполняет функцию растворителя для органических молекул и ионов.

### *Роль цитозоля и цитоскелета в поддержании гомеостаза клетки*

В цитозоле происходит большая часть промежуточного обмена клетки. Термин «промежуточный обмен» относится к целому ряду химических реакций, посредством которых клетка расщепляет одни малые молекулы (запасая значительную часть их энергии в форме АТФ или протонного градиента) и синтезирует другие малые молекулы, служащие предшественниками макромолекул, необходимых для роста и функционирования клетки.

Цитозоль содержит тысячи ферментов, катализирующих реакции гликолиза, глюконеогенеза, биосинтеза сахаров, жирных кислот, нуклеотидов, аминокислот.

В цитозоле содержится множество разнообразных белков цитоскелета, обеспечивающих сохранение формы клетки, поддерживающих направленные токи цитоплазмы и создающих общий каркас клетки.

В результате перехода некоторых соединений цитозоля из активной формы в запасную образуются продукты, хорошо видимые под световым микроскопом. Например, это капли жира (триглицериды) – запасная форма жирных кислот.

Нерастворимые в воде триглицериды объединяются с образованием крупных безводных капель (0,2-5 мкм). В адипоцитах – клетках, специально предназначенных для хранения жира, – эти капли могут достигать 80 мкм в диаметре, заполняя собой весь цитозоль. Другой пример – это гликоген – полимер глюкозы. Гликоген является основной формой запаса углеводов в животной клетке, обнаруживается в виде гранул, представляющих собой большие индивидуальные молекулы (10-40 нм). Ферменты, необходимые для расщепления гликогена, располагаются на поверхности этих гранул.

- Задание 1.** Изучите биохимические характеристики цитозоля.
- Задание 2.** Раскройте биохимические функции цитозоля.
- Задание 3.** Изучите роль цитозоля и цитоскелета в поддержании гомеостаза клетки.

*Контрольные вопросы*

1. Каковы биохимические характеристики цитозоля?
2. Каковы биохимические функции цитозоля?
3. Какова роль цитозоля и цитоскелета в поддержании гомеостаза клетки?

## **ЗАНЯТИЕ №7**

### **Биогенез мембранных компонентов внутриклеточных органоидов**

**Цель занятия:** изучить биогенез мембранных компонентов внутриклеточных органоидов клетки.

#### *Особенности биогенеза мембран*

Биогенез мембраны начинается с процессов синтеза составляющих ее компонентов – белков, липидов, углеводов. Затем эти компоненты должны быть доставлены к месту назначения и там образовать нужные структуры.

В дальнейшем запускается процесс формирования клеточной мембраны, который идет непрерывно, путем введения в нее новых составных частей, обновления компонентов, прежде всего липидов, белков и т. п. В частности, полупериод жизни мембранных компонентов клеток печени, в течении которого обновляется половина их исходного содержания, составляет для белков микросом, ядерной мембраны и цитоплазматической мембраны порядка 2-3 дней, белков внешней митохондриальной мембраны – 5-6 дней, внутренней митохондриальной мембраны – 8-10 дней, для липидов микросом – 1-2 дня. Однако, несмотря на постоянное обновление все мембранные элементов, и структурная организация в течении жизни клетки сохраняется неизменной.

### ***Характер обновления мембранных липидов и белков***

Скорость обновления различных липидов в внутриклеточных мембранах неодинакова. Медленнее всего обновляется сфингомиелин (время, за которое обновляется половина исходных молекул около 38 ч), несколько быстрее – фосфатидилсерин (порядка 23 ч). Скорость же обновления фосфатидилхолина и фосфатидилэтаноламина протекает быстрее и составляет примерно одинаково (около 15 ч).

К наиболее быстро обновляемым липидам относятся фосфатидилинозин и фосфатидовая кислота, обмен которых может проходить за несколько минут в условиях действия на мембране внешних стимулов. Такие значительных различия в процессах обновления показывают, что фосфолипидные компоненты во время синтеза возникают в мембране неодновременно и, по-видимому, «новая мембрана» не синтезируется целиком заново, а наращивается путем постепенного добавления различных липидных компонентов к уже существующей основе. Внутри клетки доставка вновь синтезированных липидов к месту сборки мембран осуществляется иногда помощью специальных цитозольных белков-переносчиков, открытых в 1969 г.

Что же касается мембранных белков, то их биосинтез и встраивание в мембрану осуществляются в соответствии с механизмом, предложенным Г. Блобелом и Д. Сабатини. Так, перенос белка от места синтеза к месту сборки мембраны обычно сопровождается посттрансляционными изменениями его структуры. Многие мембранные белки, особенно предназначенные для плазматической мембраны эукариотических клеток, подвергаются гликозилированию.

**Задание 1.** Изучите особенности биогенеза мембран.

**Задание 2.** Разберите характер обновления мембранных липидов и белков.

#### ***Контрольные вопросы***

1. Каковы особенности биогенеза мембран?
2. Каков характер обновления мембранных липидов и белков?

## Рекомендуемая литература

1. Цыганский, Р.А. Физиология и патология животной клетки : учебное пособие / Р.А. Цыганский. – Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 336 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/431>
2. Основы биологической химии : учебное пособие / Э.В. Горчаков, Б.М. Багамаев, Н.В. Федота, В.А. Оробец. – 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 208 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/112688>
3. Конопатов, Ю.В. Основы экологической биохимии : учебное пособие / Ю.В. Конопатов, С.В. Васильева. — 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2018. – 136 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/107942>
4. Васильев, Ю.Г. Цитология, гистология, эмбриология : учебник / Ю.Г. Васильев, Е.И. Трошин, В.В. Яглов. – 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. – 576 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5840>
5. Шапиро, Я.С. Биологическая химия клетки : учебное пособие. СПб, Изд-во «Лань», 2019. – 312 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/121479/#4>
6. Якупов, Т.Р., Фаизов, Т.Х. Молекулярная биотехнология : учебное пособие. СПб. Изд-во «Лань», 2019. – 160 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/123684/#2>
7. Конопатов, Ю.В., Васильев, С.В. Основы экологической биохимии : учебное пособие. СПб. Изд-во «Лань», 2018. – 136 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/107942/#2>
8. Красников, В. Е. Патология клетки : учебное пособие. – Владивосток : Медицина ДВ, 2010. - 80 с. Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/232045>

## Оглавление

Предисловие.....	3
<b>ЗАНЯТИЕ 1</b>	
<b>Строение клеток эукариот.....</b>	<b>4</b>
<b>ЗАНЯТИЕ 2</b>	
<b>Биохимия митохондрий и пластид.....</b>	<b>9</b>
<b>ЗАНЯТИЕ 3</b>	
<b>Структурные компоненты ядра клетки.....</b>	<b>15</b>
<b>ЗАНЯТИЕ 4</b>	
<b>Особенности организации и биохимического функционирования органоидов клетки.....</b>	<b>19</b>
<b>ЗАНЯТИЕ 5</b>	
<b>Отличия про- и эукариотических рибосом.....</b>	<b>22</b>
<b>ЗАНЯТИЕ 6</b>	
<b>Ферментные системы цитозоля .....</b>	<b>25</b>
<b>ЗАНЯТИЕ 7</b>	
<b>Биогенез мембранных компонентов внутриклеточных органоидов.....</b>	<b>28</b>
Рекомендуемая литература.....	30



Учебное издание

Петряков Владислав Вячеславович

БИОХИМИЯ КЛЕТКИ

Методические указания



Министерство сельского хозяйства  
Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«Самарский государственный аграрный  
университет»

Кафедра «Биоэкология и физиология сельскохозяйственных  
животных»

**О.А. МАЛАХОВА**

## **МЕТОДЫ АНАЛИЗА**

Методические указания для практических занятий

КИНЕЛЬ  
РИО Самарского ГАУ  
2019

УДК 616:519  
ББК 53.4  
М 18

О.А. Малахова  
М – 18. Методы анализа: методические указания / О.А. Малахова. – Кинель: РИО Самарского ГАУ: 2019. – с.

Методические указания «Методы анализа» составлены в соответствие с рабочей программой дисциплины и предназначены для студентов направления подготовки 06.03.01 Биология.

Методические указания позволят сформировать у обучающихся систему компетенций, направленных на умение проведения лабораторных исследований, позволит составить наиболее полную картину о применяемых в лабораторном анализе перечне оборудования, его классификации и методики применения.

Методические указания могут быть использованы при изучении дисциплины «Методы анализа».

© ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, 2019  
© Малахова О.А., 2019

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Методические указания для практических занятий по дисциплине «Методы анализа» составлены в соответствии с требованиями образовательной программы подготовки студентов, обучающихся по направлению подготовки 06.03.01 Биология. А так же рабочей программой дисциплины.

В задачи методических указаний входит:

- изучение теоретических основ физических и физико-химических методов анализа;
- овладение методами и приемами решения конкретных задач;
- формирование навыков проведения химического эксперимента;
- формирование способности применять теоретические знания, практические умения, и навыки для решения прикладных задач учебной и профессиональной деятельности;
- формирование способности самостоятельной обработки полученных данных и оформление результатов анализа.

Процесс изучения дисциплин направлен на формирование компетенций – ОПК-6, ПК-1.

ОПК 6 - способность применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой.

ПК – 1 - способность эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ.

# Занятие 1. Классификация средств индивидуальной защиты применяемых в лаборатории. Правила безопасности при работе с концентрированными кислотами и щелочами. Общие правила работы с лабораторным оборудованием и приборами

Цель занятия – изучить классификацию средств индивидуальной защиты, используемых в лаборатории при проведении лабораторных исследований в соответствии с требованиями техники безопасности. Изучить и ознакомиться правила безопасности при работе с химическими реактивами, а так же лабораторным оборудованием и приборами.

Средства индивидуальной защиты подразделяются на три группы (рисунок 1):

Специальная одежда и специальная обувь;

Технические средства;

Смывающие и обезвреживающие средства.



\* ФОВ – фосфорорганическое отравляющее вещество

\*\* МСИЗ – медицинское средство индивидуальной защиты

Рис. 1. Классификация средств индивидуальной защиты

Специальная одежда и специальная обувь предназначены для защиты работающих от загрязнений, механического травмирования, избыточного тепла и холода, агрессивных

жидкостей (комбинезоны, халаты, костюмы, сапоги, ботинки, валенки, косынки, кепи).

Технические средства индивидуальной защиты предназначены для защиты органов дыхания (маски, респираторы, противогазы), слуха (беруши, наушники, антифоны), зрения (очки, щитки, маски) от вибрации (виброзащитные рукавицы), от поражения электрическим током (диэлектрические перчатки, галоши, коврики), от механического травмирования (каска, страховочные пояса, рукавицы, перчатки) и других опасных и вредных факторов.

Смывающие и обезвреживающие средства предназначены для защиты кожи рук и лица от химических веществ и загрязнений (пасты, мази, моющие средства).

### ***Классификация СИЗ по назначению в зависимости от защитных свойств***

Классификация СИЗ по назначению в зависимости от защитных свойств приведена в приложении N 2 к Техническому регламенту Таможенного союза «О безопасности средств индивидуальной защиты» (ТР ТС 019/2011), утвержденному решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 и вступившему в силу с 1 июня 2012 года. Данная классификация включает в себя группы и подгруппы средств индивидуальной защиты.

1. Первая группа защиты – от механических воздействий, от общих производственных загрязнений, от пыли и растворов нетоксичных веществ, от нетоксичной пыли, от скольжения по поверхностям. В нее включены подгруппы защиты от истирания, от проколов и порезов, от вибрации, от шума, от ударов в разные части тела, от возможного захвата движущимися частями, от-падения с высоты и средства спасения с высоты, от растворов поверхностно-активных веществ, водонепроницаемая, водо-упорная, от пыли стекловолокна, асбеста, дисперсной пыли, загрязненным жирами и маслами, облепленным.

2. Вторая группа защиты – от химических факторов (токсичных веществ, растворов кислот, щелочей, органических растворителей, в том числе лаков и красок на их основе, нефти, нефтепродуктов, масел и жиров). В нее входят подгруппы защиты

от твердых токсичных веществ, от разных концентраций кислот и щелочей, от органических растворителей, ароматических веществ, неароматических веществ, хлорированных углеводородов, сырой нефти, продуктов легкой фракции, нефтяных масел и продуктов тяжелых фракций, растительных и животных масел и жиров.

3. Третья группа защиты – от биологических факторов. В нее входят подгруппы защиты от микроорганизмов, насекомых и паукообразных.

4. Четвертая группа защиты – от радиационных факторов. В нее входят подгруппы защиты от радиоактивных загрязнений, от ионизирующих излучений.

5. Пятая группа защиты – от повышенных (пониженных) температур, искр и брызг расплавленного металла. Включает подгруппы защиты обусловленных климатом, от теплового излучения, открытого пламени, искр, брызг и выплесков расплавленного металла, окалины, от контакта с нагретыми поверхностями свыше  $45^{\circ}\text{C}$ , от  $40$  до  $100^{\circ}\text{C}$ , от  $100$  до  $400^{\circ}\text{C}$ , выше  $400^{\circ}\text{C}$ , от конвективной теплоты, от пониженных температур воздуха и ветра до  $-20^{\circ}\text{C}$ , до  $-30^{\circ}\text{C}$ , до  $-40^{\circ}\text{C}$ , до  $-50^{\circ}\text{C}$ , от контакта с охлажденными поверхностями;

6. Шестая группа защиты – от термических рисков электрической дуги, неионизирующих излучений, поражений электротоком, воздействия статического электричества. К ней относятся подгруппы защиты от электротока напряжением до  $1000\text{ В}$ , свыше  $1000\text{ В}$ , электрических полей, электромагнитных полей.

7. Седьмая группа защиты – состоит из одежды специальной сигнальной повышенной видимости.

8. Восьмая группа защиты – включает комплексные средства индивидуальной защиты.

9. Девятая группа защиты – средства индивидуальной защиты дерматологические. В нее входят подгруппы защиты средств гидрофильного, гидрофобного, комбинированного действия, от воздействия низких температур, высоких температур, ветра, ультрафиолетового излучения диапазонов А, В, С, насекомых, микроорганизмов, очищающие, регенерирующие, восстанавливающие средства.

К работе с кислотами, щелочами и другими едкими веществами допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие инструктаж по охране труда.

Студент или лаборант должен соблюдать:

- правила внутреннего распорядка;
- должностную инструкцию;
- инструкцию по охране труда и пожарной безопасности;
- правила личной гигиены.

Студент или лаборант должен быть обеспечен спецодеждой и другими средствами индивидуальной защиты и правильно их использовать. При работе с едкими веществами помимо рабочего костюма должны применяться резиновые перчатки, резиновая обувь, прорезиненный фартук, респиратор с противокислотным патроном, защитные очки. Срок службы вышеуказанных средств индивидуальной защиты (СИЗ) устанавливается до их износа. Запрещается работать с едкими веществами в поврежденной спецодежде или при ее отсутствии.

Работник обязан уметь оказать первую помощь при несчастном случае, в первую очередь – промыть пораженное место 1 %-ным раствором пищевой соды (при обливании кислотой) или 1%-ным раствором лимонной кислоты (при контакте со щелочью), а затем – большим количеством воды. Вышеуказанные растворы в количестве по 1 л должны входить в состав медицинской аптечки на складе.

При подъеме и перемещении емкостей с едкими веществами предельно допустимые нагрузки для женщин не более 10 кг, для мужчин – не более 50 кг на одного работника.

О каждом несчастном случае, произошедшем на производстве, начальник склада извещает директора предприятия. Начальник склада обязан:

- немедленно организовать первую помощь пострадавшему и при необходимости доставку его в учреждение здравоохранения;
- принять неотложные меры по предотвращению развития аварийной ситуации и воздействия травмирующего фактора на других лиц.



Лица, допустившие невыполнение или нарушение инструкции по охране труда, подвергаются дисциплинарному взысканию и внеплановому инструктажу.

Данная инструкция в части соблюдения мер безопасности также подходит для работы практически со всеми химическими веществами, кроме особо отмеченных случаев, которые описываются дополнительно.

### ***Требования безопасности перед началом работы***

Перед началом работы необходимо проверить исправность средств индивидуальной защиты (СИЗ) и надеть их.

Необходимо проверить исправность работы вентиляции и освещенность рабочего места.

Проверить наличие этикеток на канистрах, бутылках, барабанах и их целостность.

### ***Требования безопасности во время работы***

Концентрированные кислоты должны храниться и фасоваться в стеклянную тару (кроме плавиковой кислоты, которая фасуется в пластиковые бутылки). Наполнение сосудов и переливание следует проводить сифоном или на фасовочном оборудовании. Щелочи фасуются только сухим пластмассовым совком.

При разбавлении крепких кислот следует кислоту наливать в воду, а не наоборот.

Бутыли с кислотами, барабаны и мешки со щелочами следует переносить вдвоем в специальных обрешетках или перевозить на специальной тележке.

При работе с едкими веществами и их растворами запрещается засасывать жидкость ртом через пипетку.

Растворы для нейтрализации кислот и щелочей должны быть приготовлены заранее и находиться на полке рядом с рабочим местом в течение всей продолжительности работы. Также должны быть приготовлены песок для засыпания разливов кислоты и емкость с водой.

Категорически запрещается хранить кислоты и щелочи совместно с легковоспламеняющимися жидкостями (ЛВЖ) и с огнеопасными веществами (окислителями). Серная и азотная кислоты не должны соприкасаться с опилками, соломой.

### ***Требования безопасности в аварийных ситуациях***

О любой аварийной ситуации немедленно сообщить начальнику склада и руководителю предприятия.

Если пролита щелочь, то ее надо засыпать песком или опилками, затем удалить их совком и метелкой и залить загрязненное место 1% -ным раствором уксусной кислоты, а затем – большим количеством воды. Если пролита кислота, ее засыпают песком (ни в коем случае не опилками!), затем удаляют пропитанный песок лопатами и засыпают загрязненное место кальцинированной содой.

При попадании на кожу и в глаза щелочи или кислоты действовать в соответствии с пунктом

При пожаре действовать по инструкции по пожарной безопасности.

### ***Требования безопасности по окончании работы***

Проверить и привести в порядок рабочее место. Запрещается оставлять невымытым фасовочное оборудование. Остатки кислот и щелочей после фасовки необходимо отнести в места постоянного хранения с обязательным указанием на этикетке остатка массы. Рекомендуются расфасовывать тарное место полностью, бутыл (канистру) сразу вымыть.

Спецодежду после работы с кислотами необходимо проветрить, резиновые СИЗ промыть водой и высушить.

Тщательно вымыть руки, в соответствующих случаях – вычистить зубы и прополоскать рот.

### ***Методика приготовления 1%-ных промывочных растворов для промывания глаз и кожных покровов.***

10 граммов лимонной кислоты или соды кальцинированной растворить в 1 литре воды в фарфоровой кружке № 3. Перелить растворы в п/э банки БЦ-1000.

Сделать соответствующие этикетки на липкой бумаге.

Хранить растворы рядом с аптечкой, а во время фасовки – рядом с рабочим местом.

***При работе с электрооборудованием и электроприборами необходимо соблюдать следующие правила:***

1. Работа должна производиться с исправным электрооборудованием; неисправности может устранять только специалист-электрик.

2. Нельзя переносить с места на место включенные в электросеть приборы, а также ремонтировать электрооборудование, находящееся под током.

3. В случае перерыва в подаче тока все электроприборы следует немедленно выключить.

4. Все провода от электроплиток и других электроприборов должны быть заключены в резиновые трубки.

5. В лабораторных помещениях, где проводятся работы с горючими и легковоспламеняющимися жидкостями, допускается применять электронагревательные приборы только с закрытым нагревателем.

### *Лабораторное оборудование*

В процессе выполнения практических работ в химической лаборатории используют лабораторный штатив и нагревательные приборы. Предварительно ознакомьтесь с их устройством и основными приёмами обращения с ними.

**Устройство лабораторного штатива.** Штатив (рисунок 2) служит для укрепления частей химических установок при выполнении опытов. Он состоит из массивной чугунной подставки (1), в которую ввинчен стержень (2). Массивная подставка придаёт штативу устойчивость. На стержне при помощи муфт (3) укрепляют лапку (4) и кольцо (5).

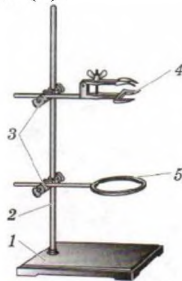


Рис.2. Лабораторный штатив

**Приёмы работы со спиртовкой (газовой горелкой).** Спиртовка (рисунок 3) состоит из сосуда (резервуара) (1), в

который налит спирт, фитиля (2), укрепленного в металлической трубке с диском (3), и колпачка (7). Снимите колпачок со спиртовки и поставьте его на стол. Проверьте, плотно ли диск прилегает к отверстию сосуда, оно должно быть закрыто полностью, иначе может вспыхнуть спирт в сосуде.

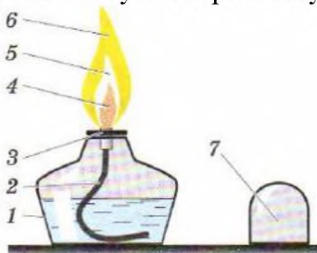


Рис. 3. Спиртовка

**Посуда.** Большинство опытов проводят в стеклянной посуде: пробирках, химических стаканах, колбах (рисунок 4). Во время опыта в них приходится перемешивать содержимое. В пробирке, как правило, смешивают малые количества веществ (не более 2 мл). Высота столбика жидкости при смешивании растворов в пробирке не должна превышать 2 см.

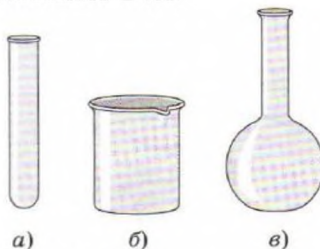


Рис. 4. Образцы химической посуды: а — пробирка; б — химический стакан; в — колба

Перемешивание растворов в пробирке производят быстрыми энергичными движениями (постукиваниями), как показано на рисунке 5. В колбе содержимое перемешивают круговыми движениями, а в стакане — стеклянной палочкой, надев на её конец отрезок резиновой трубки, чтобы не повредить стенку стакана.



Рис. 5. Перемешивание растворов в пробирке

Для переливания жидкостей из широкогорлой посуды в сосуд с узким горлом применяют воронки (рисунок 6). Их используют и для фильтрования. В этом случае в воронку вкладывают бумажный фильтр (кружок фильтровальной бумаги), который вырезают по размеру воронки.



Рис. 6. Химическая воронка

Сначала фильтровальную бумагу надо сложить и обрезать, как показано на рисунке 7, а затем вложить в воронку и смочить водой, чтобы она плотнее прилегала к стенкам воронки и чтобы сухой фильтр не впитал фильтруемую жидкость (если её мало, то можно вовсе не получить фильтрата).

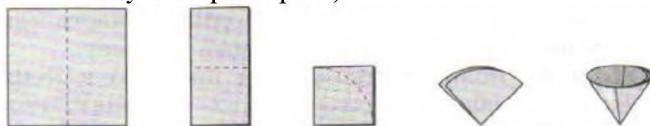


Рис. 7. Последовательность изготовления бумажного фильтра

При фильтровании жидкость наливают на фильтр по палочке тонкой струёй, направляя её на стенку воронки, а не на непрочный центр фильтра, чтобы его не разорвать. Через фильтр проходит прозрачный фильтрат, а на фильтре задерживается осадок. Для последующей работы может понадобиться и то, и другое.

Для выпаривания используют фарфоровые чашки (рисунок 8).



Рис. 8. Фарфоровая чашка для выпаривания

Выпаривание применяют, когда нужно выделить растворённое вещество из раствора. В фарфоровую чашку наливают раствор так, чтобы он занимал не более  $\frac{1}{3}$  объёма чашки. Устанавливают чашку на кольцо штатива и нагревают на открытом пламени при постоянном помешивании, чтобы выпаривание шло равномерно.



Рис. 9. Прибор для получения газов

Для получения газов используют простейший прибор, который состоит из колбы или пробирки и плотно входящих в них пробок с газоотводными трубками (рис. 9), или аппарат Кирюшкина (рис. 10).



Рис. 10. Аппарат Кирюшкина

Прибор, собранный для получения газов, всегда вначале проверяют на герметичность (рис. 11). Для этого кончик

газоотводной трубки опускают в стакан с водой, а колбу или пробирку плотно обхватывают ладонью.



Рис. 11. Проверка на герметичность прибора для получения газов

От тёплой ладони воздух в сосуде для получения газа расширяется, и, если прибор собран герметично, из газоотводной трубки выходят пузырьки воздуха.

#### Задание 1

Изучите классификацию средств индивидуальной защиты, используемых в лаборатории при проведении исследований.

#### Задание 2

Изучите основные правила работы с концентрированными кислотами и щелочами.

#### Задание 3

Изучите и опишите в рабочей тетради правила работы с электрооборудованием и электроприборами в лаборатории и при проведении лабораторных исследований.

### Контрольные вопросы

1. Назовите классификация средств индивидуальной защиты по назначению в зависимости от защитных свойств.
2. Каким нормативным документом регламентируется классификация средств индивидуальной защиты?
3. Назовите основные требования, предъявляемые к сотрудникам и студентам при работе с концентрированными кислотами и щелочами?
4. Перечислите основные требования безопасности в начале работы и во время самой работы с кислотами и щелочами?

5. Перечислите основные требования безопасности в аварийных ситуациях в лаборатории?

6. Назовите основные виды лабораторного оборудования и правила работы с ним?

## **Занятие 2. Классификация химической посуды, основные правила работы с ней. Классификация химических реактивов, используемых для проведения анализов**

Цель занятия – изучить и описать классификацию лабораторной посуды и правила работы с ней при проведении лабораторных исследований. Изучить и описать химические реактивы и их классификацию.

### ***Лабораторная посуда общего назначения***

Посуда химическая лабораторная, изделия из стекла, кварца, фарфора, металлов и др. материалов применяются для препаративных и химико-аналитических работ. Лабораторная посуда устойчива к воздействию химических реагентов, легко отмывается от загрязнений, а материал её термоустойчив и обладает малым коэффициентом теплового расширения (рисунок 12).

### ***Классификация посуды***

1. По изготовленному материалу:

- 1) стеклянная посуда;
- 2) фарфоровая и высокоогнеупорная (кварцевая) посуда;
- 3) пластиковая посуда.

2. По назначению она разделена на посуду общего назначения, мерную и специального применения.

К группе общего назначения относятся те предметы, которые всегда должны быть в лаборатории и без которых нельзя провести большинство работ.

*К немерной, или общего назначения, посуде* химической лабораторной относятся: пробирки, химические стаканы, воронки простые и делительные, кристаллизаторы, цилиндры, мензурки, колбы плоскодонные и конические Эрленмейера, пипетки, автоматические пипетки (дозаторы), бюретки, микробюретки,



эксикаторы, склянки, хлоркальцевые трубки, дефлегматоры, холодильники.



Рис. 12. Лабораторная посуда общего назначения

1. Изделия, употребляемые с нагревом:

1) пробирки с рантом (5-25 мл),

2) стаканы химические (5-1000 мл),

3) колбы (10-1000 мл, плоскодонные, круглодонные, конические),

4) реторты с тубусом и без тубуса (до 3 л).

2. Употребляемые без нагрева изделия:

А) пробирки конические (из толстостенного стекла) для центрифугирования,

Б) воронки (для переливания и фильтрования жидкостей) обычные, аналитические, капельные воронки (от 25 мл и выше, цилиндрические, грушевидные и шарообразные),

В) цилиндры (от 10 мл до 500 мл),

Г) мензурки (от 50 мл до 250 мл) без носика и с носиком,

Д) стаканы сахарные с носиком и без носика,

Е) пипетки для измерения объема жидкостей,

Ж) бюретки и микробюретки для титрования,

З) кристаллизаторы применяются для охлаждения растворов,

И) холодильники для охлаждения и конденсации паров и собирания конденсата (специальные и универсальные),

К) стеклянная палочка различной толщины и длины используется для перемешивания жидкостей,

Л) колбы плоскодонные, конические Эрленмейера,

М) чашки Петри, капельницы, промывалки, водоструйный

насос и др.

*Мерная посуда* химическая лабораторная имеет точную градуировку, её нельзя нагревать. Мерная посуда, как и вся посуда химическая различается по ёмкости, диаметру и формам. К ней относятся:

1) пипетки градуированные лабораторные - для отбора жидкостей Мора (0,1-100 мл) и газов (от 100 мл и выше), пипетки типа Сали (0,02-0,04 мл), пипетки Пятницкого, микропипетки и автоматические пипетки (дозаторы);

2) бюретки (1-100 мл) - для титрования, измерения точных объёмов (различают микробюретки, бюретки объёмные, весовые, поршневые, газовые);

3) мерные колбы (10-2000 мл) - для отмеривания и хранения определённых объёмов жидкостей;

4) мерные мензурки (градуированы менее точно);

5) мерные цилиндры;

6) пробирки.

К группе посуды специального назначения относятся те предметы, которые употребляются для одной какой-то цели.

#### *Лабораторная посуда специального назначения*

из стекла – колба Бунзена, колба Вюрца, делительные воронки и Шотта, промывные склянки, склянка Тищенко, склянка Вульфа, хлор-кальциевые трубки, капельницы, чашки Петри, бюксы, пастеровские пипетки, промывалки, эксикаторы, дефлегматоры, холодильник Либиха, водоструйный насос;

из фарфора – фарфоровые чашки, фарфоровые тигли Гуча, ступки (фарфоровые, медные, агатовые), воронки Бюхнера (рисунок 13,14).

#### *Стеклопосуда:*

– пробирка - это самая незаменимая посуда в лаборатории, изготавливается из стекла и полиэтилена, предназначена для проведения самых разных опытов;

– стеклянная палочка различной толщины и длины используется для перемешивания жидкостей;

– часовое стекло применяется для исследования твердых веществ, им накрывают стаканы при проведении синтезов;

– воронка используется для переливания жидкостей и для

фильтрования;

- химический стакан различного объема предназначен для приготовления растворов и проведения реакций при комнатной температуре или нагревании;

- колба плоскодонная применяется для приготовления и хранения растворов;

- колба круглодонная - для проведения синтезов;

- чашка Петри используется для высушивания различных веществ;

- кристаллизатор применяется для охлаждения растворов и при сборе газов;

- цилиндр - для собирания газов.

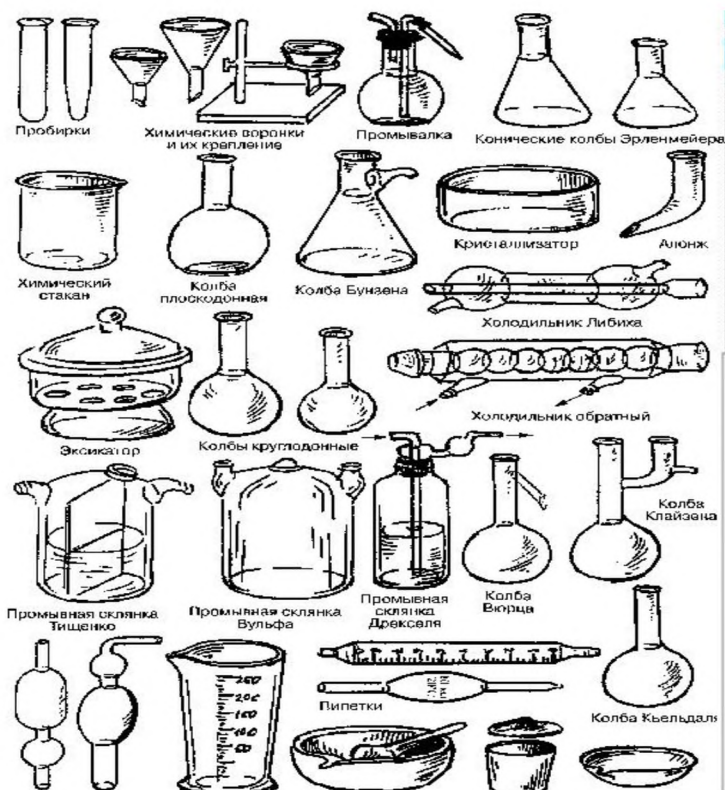


Рис.13. Посуда специального назначения



Рис. 14. Воронка Бюхнера



Рис. 15 Фильтр Шотта



Рис. 16. Прямой холодильник

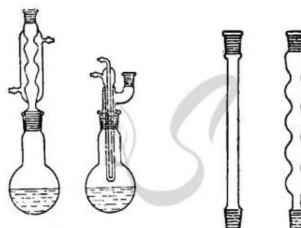


Рис. 17. Обратный холодильник



Рис. 18. Аллонж

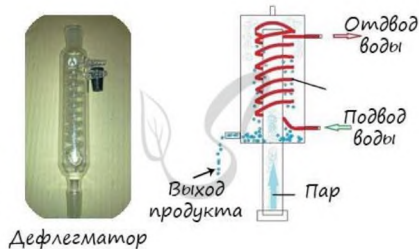


Рис. 19 Дефлегматор

Из фарфоровой посуды чаще всего употребляются чашки для выпаривания разнообразной формы; обыкновенно их делают с носиками, чтобы удобнее было выливать из них жидкости. Чашки покрыты глазурью обыкновенно только с внутренней стороны и с краев. Они должны быть тонки, в особенности у дна, и равномерной толщины. Кроме чашек употребляются фарфоровые тигли для прокаливания с крышками; тонкость и равномерность стенок здесь еще более важны, чем для чашек, так как они должны выносить более значительные перемены температуры. Из фарфора делаются также ступки и пестики для растирания не особенно твердых веществ.

Существующая в РФ классификация химических реактивов базируется на положении о присвоении реактивам квалификации, принятом в СССР:

- **«Технический» («тех.»)** - низшая квалификация реактива. Содержание основного компонента выше 95 %. Цвет полосы на упаковке — коричневый.
- **«Чистый» («ч.»)** — содержание основного компонента (без примесей) 98 % и выше. Цвет полосы на упаковке — зелёный.
- **«Чистый для анализа» («ч.д.а.»)** - содержание основного компонента может быть выше или значительно выше 98 %, в зависимости от области применения. Примеси не превышают допустимого предела, позволяющего проводить точные аналитические исследования. Цвет полосы на упаковке- синий.
- **«Химически чистый» («х.ч.»)** - высшая степень чистоты реактива. Содержание основного компонента более 99 %. Цвет полосы на упаковке — красный.
- **«Особо чистый» («ос.ч.»)** - квалификация установлена для веществ высокой чистоты. К особо чистым относятся вещества более высокой степени чистоты по сравнению с соответствующими химическими реактивами высшей из существующих квалификаций. Особо чистые вещества содержат примеси в таком незначительном количестве, что они не влияют на основные специфические свойства веществ. Число и концентрация примесей в отдельных особо чистых веществах различны и определяются, с одной стороны, потребностями

практики, а с другой — достижениями препаративной и аналитической химии. Цвет полосы на упаковке — жёлтый.

Квалификация российских химических реактивов регулируется ГОСТ 13867-68, в соответствии с которым для химреактива устанавливается принадлежность к тому или иному классу и проводится цветная маркировка на этикетке.

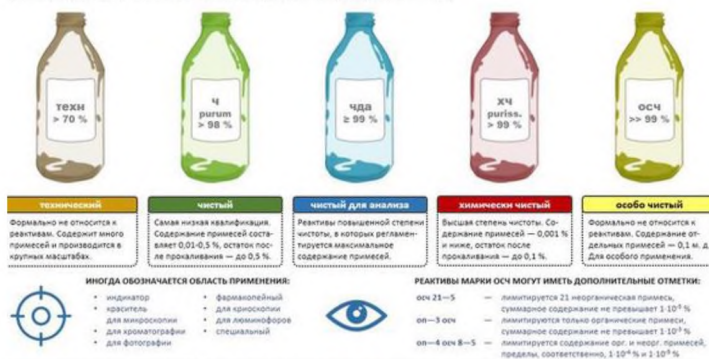


Рис.20. Классификация химических реактивов

Каждому особо чистому веществу присваивается соответствующая марка в зависимости от природы и числа т. н. лимитируемых (контролируемых) в нём примесей, а также их содержания:

- Для особо чистых веществ, в которых лимитируются только неорганические примеси, марка обозначается буквами «осч» (особо чистый) и следующими за ними двумя (через тире) числами: первое показывает количество лимитируемых неорганических примесей, второе — отрицательный показатель степени суммы содержания этих примесей (примеси, лимитируемые по той же норме в одноимённом химическом реактиве, не учитываются). Например, марка особо чистого вещества, в котором лимитируются 11 неорганических примесей и сумма их составляет  $2,5 \times 10^{-40} \%$  (масс.), обозначается «осч 11—4».

- Для особо чистых веществ, в которых лимитируются только органические примеси, марка обозначается буквами «оп» (органические примеси), затем (через тире) числом, соответствующем отрицательному показателю степени суммы их содержания, и буквами «осч». Так, марка особо чистого вещества

при сумме содержащихся органических примесей  $10^{-3}\%$  (масс.) обозначается «оп—3 осч».

- Для особо чистых веществ, в которых лимитируются как органические, так и неорганические примеси, при установлении марки учитывается содержание тех и других примесей. Например, марка особо чистого вещества, имеющего сумму органических примесей  $2 \times 10^{-4}\%$  (масс.) и сумму восьми неорганических примесей  $3 \times 10^{-5}\%$  (масс.), обозначается «оп—4 осч 8—5».

Особо чистые вещества получают путём т.н. глубокой (наиболее тщательной) очистки веществ, для которой широко используют различные физико-химические методы (как правило, в сочетании)

- осаждение, ректификация, дистилляция, экстракция, сорбция, ионный обмен и т. д. Разделение может быть основано и на различии в химических свойствах компонентов исследуемой системы, что позволяет использовать для получения особо чистых веществ также комплексообразование, избирательное окисление или восстановление и т. п. При очистке веществ следует учитывать возможное поступление загрязняющих примесей из воздуха, реактивов, воды, а также из материала аппаратуры.

Различные области применения химических реактивов налагают особые ограничения на содержание примесей, в связи с чем имеются специальные виды квалификаций, например:

- Спектрально чистый;
- Оптически чистый;
- Хирально чистый;
- Ядерно чистый;

также для:

- криоскопии;
- термохимии;
- микроскопии;
- хроматографии;

Большинство химических реактивов контролируют по двум-трём характеристикам. Однако многие кислоты, основания и соли, а также реактивы, применяемые в биологических исследованиях, контролируют по более чем 20 показателям. При этом важно также учитывать наличие взвешенных частиц, так как даже разбавленный раствор взвешенных частиц с линейными размерами

меньше 1 мкм может внести заметный вклад в суммарную концентрацию примесей.

#### Задание 1

Изучите основные принципы классификации лабораторной посуды, запишите основные группы, на которые делится лабораторная посуда.

#### Задание 2

Изучите группу лабораторной посуды, относящейся к посуде специального назначения. В рабочей тетради выпишите основные виды специальной лабораторной посуды, приведите характеристику по назначению.

#### Задание 3

Изучите принципы классификации химических реактивов в рабочей тетради составьте сводную таблицу, содержащую следующие данные:

- группа по классификации.
- пример.
- применение.

### Контрольные вопросы

1. Назовите как классифицируется лабораторная посуда по материалу из которого она изготовлена?
2. Какая посуда относится к немерной или общего назначения?
3. Какая лабораторная посуда относится к мерной?
4. Какая посуда относится к группе специального назначения?
5. На какие группы делятся химические реактивы?

### **Занятие 3. Изучение правил отбора проб различных видов образцов. Правила упаковки, маркировки и транспортировки образцов в лабораторию. Освоение правил регистрации проб, обработки результатов и оформления прокола результата**

Цель занятия – изучить правила отбора различных проб для проведения лабораторного анализа. Рассмотреть правила упаковки и маркировки образцов, направленных на исследования. Изучить и освоить правила регистрации проб и рассмотреть основные принципы оформления «идеального» протокола.



Правила отбора, транспортировки и хранения лабораторных проб прописаны в нормативном документе **«Об осуществлении отбора проб (образцов) от подконтрольных товаров для проведения лабораторных исследований в испытательных центрах (лабораториях)»**

Министерство сельского хозяйства российской федерации федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору письмо От 8 августа 2012 года п ФС-ЕН-2/10267 [об осуществлении отбора проб (образцов) от подконтрольных товаров для проведения лабораторных исследований в испытательных центрах (лабораториях)].

Так же основные правила и требования можно найти в следующих нормативных документах:

- СанПиН 2.3.2.1078-01 "Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов" с изменениями и дополнениями.

- ГОСТ 7269-79 "Мясо. Методы отбора образцов и органолептические методы определения свежести".

- ГОСТ 21237-75 "Мясо. Методы бактериологического анализа".

- ГОСТ 20235-74 "Мясо кроликов. Методы отбора образцов. Органолептическое определение свежести".

- ГОСТ 28825-90 "Мясо птицы. Приемка".- ГОСТ 9792-73 "Колбасные изделия и продукты из свинины, баранины, говядины и мяса других видов убойных животных и птиц. Правила приемки и методы отбора проб".

- ГОСТ 4288-76. "Изделия кулинарные и полуфабрикаты из рубленого мяса. Правила приемки и методы испытаний".

- ГОСТ 31339-2006 "Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб".

- ГОСТ 26809-86 "Молоко и молочные продукты. Правила приемки, методы отбора и подготовка проб к анализу".

- ГОСТ 13928-94 "Молоко и сливки заготовительные. Правила приемки, методы отбора проб и подготовка их к анализу".

- ГОСТ 52121-2003 "Яйца куриные пищевые. Технические условия".

- ГОСТ 30364.0-97 "Продукты яичные. Методы отбора проб и

органолептического анализа".

- ГОСТ 8756.0-70 "Продукты пищевые консервированные. Отбор проб и подготовка их к испытанию".

- ГОСТ 19792-01 "Мед натуральный. Технические условия".

Количество и масса отбираемых единиц (образцов, точечных проб) должна быть достаточной для формирования объединенной и выделения из нее средней пробы. Величина (масса, объем) средней пробы должна быть достаточна для выделения из нее контрольной и лабораторной проб.

Масса средней пробы, отбираемой для проведения лабораторных исследований с целью контроля безопасности продукции, не может быть более трех килограмм. Масса средней пробы зависит от количества контролируемых показателей и применяемых методов исследований, процедур при обнаружении продукции, не отвечающей требованиям безопасности и возникновении разногласий.

Величина (объем, масса) лабораторной и контрольной проб должна быть достаточной для выполнения в лаборатории необходимых (установленных нормативными документами по безопасности продукции или определенных актом отбора проб) видов исследований данного вида продукции. Точную массу навески, необходимую для проведения каждого вида исследований, устанавливают в соответствии с действующими нормативными документами на методы исследований (ГОСТ, МУ и др.).

Контрольная проба выделяется на месте в процессе отбора проб. Масса контрольной пробы должна быть не более массы лабораторной пробы и не менее массы наибольшего тестового образца - образца, направляемого в лаборатории на отдельный конкретный вид исследований.

Контрольная проба в сейф-пакете или опломбированном (опечатанном) виде может храниться:

- у владельца продукции или его представителя;
- в лаборатории, проводившей исследования;
- в уполномоченной организации.

При отборе проб для иных целей, кроме оценки безопасности продукции, массу, количество и виды отбираемых проб

устанавливают в соответствии с действующими нормативными и методическими документами на виды продукции, методы отбора проб и методы исследований.

### ***Упаковка, хранение и пересылка лабораторных и контрольных проб***

Лабораторная и контрольная пробы должны храниться так, чтобы не изменить измеряемую характеристику, то есть в чистом инертном, а в случае определения микробного загрязнения пастеризованной, стерилизованной продукции стерильном контейнере (упаковке), создающем достаточную защиту от внешних загрязнений и повреждений в процессе транспортировки и хранения.

Материал упаковки, контактирующей с образцом продукции, должен быть водо- и жиростойким, нерастворимым и неабсорбирующим, не должен изменять химический состав продукта, придавать ему какой-либо вкус или запах.

Контейнер с пробой необходимо запечатать таким способом, чтобы несанкционированное вскрытие легко определялось (упаковать в сейф-пакет, опломбировать, опечатать) (рисунок 21,22).



Рис.21. Сейф-пакет для транспортировки биоматериала



Рис. 22. Сейф-пакет для транспортировки лабораторных проб

Пробы должны быть точно идентифицированы. Поэтому каждую пробу, сразу после отбора, упаковывают и маркируют (снабжают этикеткой) или наносят её на сейф-пакет. При маркировке указывают шифр пробы, наименование продукции, даты отбора проб, номер и дату акта отбора проб.

На этикетку может быть нанесена также информация об основаниях для отбора проб и проведения исследований или перечень необходимых исследований, а также место отбора проб, если оно не указывает на происхождение продукции.

На этикетку с контрольной пробой дополнительно наносят надпись "Контрольная проба".

Пробы в потребительской таре (коробки, банки, плитки, пачки и др.), сохраняя оригинальную упаковку, завертывают в плотную светонепроницаемую упаковку (сейф-пакет) и направляют в лабораторию. При необходимости и по возможности с потребительской тары убирают информацию (снимают этикетку, стирают) о производителе продукции.

Пробы должны быть доставлены в лабораторию максимально быстро, с соблюдением мер против протекания, высушивания, повреждения проб (например, пробы скоропортящихся продуктов охлаждают или замораживают, пробы, требующие особых условий хранения (при пониженных температурах), помещают в сумку-холодильник или обкладывают сухим льдом).

Время доставки проб, отобранных в целях государственного ветеринарного лабораторного контроля и надзора, не должно превышать для скоропортящихся продуктов 24 часа, а для прочих - 36 часов с момента отбора проб, если иное не установлено действующими нормативными документами.

### ***Правила упаковки и транспортировки проб***

Жидкие пробы (молоко, вода и др.) помещают в сухую чистую, в необходимых случаях стерильную, стеклянную или полиэтиленовую посуду (банки или бутылки с навинчивающимися пробками), опломбируют или упаковывают в сейф-пакет и маркируют.

Пробы объёмных кормов (сено, солома, корнеклубнеплоды и др.) и сыпучих кормов (зерно, комбикорм, мясокостная мука и т.п.) помещают в сейф-пакеты, двухслойные полиэтиленовые или

бумажные мешки, завязывают, опломбируют и маркируют.

Пробы мяса с внутренними органами, взятые от одного животного, а также каждую пробу продукции упаковывают отдельно в полиэтиленовые герметичные, в необходимых случаях стерильные, пакеты и затем в сейф-пакеты.

Каждый опечатанный образец идентифицируют.

Способ идентификации образцов должен исключать возможность изменения данных о пробе. Этикетка может быть упакована вместе с пробой. На все отправляемые в лабораторию пробы составляется сопроводительное письмо с описью направляемых проб. В сопроводительном письме указывают: куда (в какую организацию) направляют пробы, их количество, наименование образцов продукции, вид их упаковки, цель исследования, даты отбора проб и дату направления в лабораторию, а также количество листов в описи проб. Опись проб должна содержать шифр каждой пробы и полную информацию о пробе, изложенную в акте отбора проб, за исключением информации, позволяющей установить владельца и (или) производителя продукции.

Остатки проб после проведения исследований и контрольные образцы по истечении срока хранения уничтожают, если иное не оговорено договором между Исполнителем (лабораторией, проводившей исследования) и Заказчиком (владельцем продукции или его представителем). На уничтожаемую продукцию составляют комиссионный акт об уничтожении проб продукции. В акте отражают количество, виды, массу проб, способ и дату их уничтожения. В случае сдачи остатков проб на утилизационный завод указывают дату и номер сопроводительного письма, по которому они были туда направлены.

### *Транспортировка проб*

Транспортировка образцов продукции животного и растительного происхождения, в том числе кормов и кормовых добавок, должна осуществляться в условиях, обеспечивающих сохранение состояния, состава и качества проб, а также безопасность окружающей среды, на оборудованном для таких целей транспортном средстве.

Во время транспортировки скоропортящейся продукции

должно быть обеспечено непрерывное охлаждение проб. Скоропортящиеся пробы должны быть доставлены в лабораторию при температуре не выше 2-7°C в холодильниках или термоконтейнерах не позднее 24 часов с момента отбора проб. Пробы, отобранные от замороженной продукции животного и растительного происхождения, должны быть доставлены в лабораторию в холодильниках или термоконтейнерах при температуре минус 1-18°C, не позднее 36 часов с момента отбора проб. Прочие пробы, по возможности, без промежуточного хранения при температуре окружающей среды (комнатной температуре), не позднее 36 часов после отбора.

#### ***Порядок отбора проб для лабораторных исследований***

Визуально определяют внешний вид упаковочных единиц продукции, попавших в выборку, и подразделяют их на:

- нормальные по внешнему виду, при осмотре которых не обнаружено отклонений, вызванных физическими, химическими факторами или развитием микроорганизмов;
- подозрительные по внешнему виду, при осмотре которых обнаружены одно или несколько отклонений, которые могли возникнуть как вследствие физического воздействия, микробной порчи, так и вследствие химических и биохимических реакций в продукции;
- испорченные продукты, при осмотре которых обнаружены явные дефекты упаковочных единиц и (или) продукта (бомбаж, хлопущи, брожение, плесневение, гниение, ослизнение, прокисание и др.).

#### ***Требования к оформлению протокола испытаний***

Результаты испытаний оформляют протоколом испытаний, в котором указывают всю требуемую заказчиком и необходимую для толкования результатов испытаний информацию, а также всю информацию, требуемую для используемой методики.

Протоколы испытаний могут быть на бумажных или электронных носителях. Экземпляры протоколов испытаний, выполненные на бумаге, должны иметь нумерацию страниц и указание общего числа страниц.

Оформляет протокол испытаний специалист ИЛ, назначенный руководителем ИЛ. Обязанность по оформлению протоколов

испытаний и соответствующая ответственность должны быть закреплены в должностной инструкции (рисунок 23).

ЕКАТЕРИНБУРГСКОЕ МУНИЦИПАЛЬНОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
ВОДОПРОВОДНО-КАНАЛИЗАЦИОННОГО ХОЗЯЙСТВА  
ЦЕНТРАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

г. Екатеринбург  
Московский тракт, 11 км, дом 4  
Тел: 3000-123  
Тел/факс: 3000-123  
Email: laboratoya1@mail.ru

95  
Аттестат аккредитации  
испытательной лаборатории  
№ RA.RU.21A311  
Дата внесения сведений в реестр  
аккредитованных лиц  
25 февраля 2016

ПРОТОКОЛ ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ  
№ 12057 - 17 июля 2017 года

Заказчик: ООО "Водаробот"  
Объект испытаний: вода питьевая ЦСПВ  
Цель отбора: на соответствие СанПиН 2.1.4.1074-01 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству  
воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования  
к обеспечению безопасности систем питьевого водоснабжения".  
Дата и время отбора: 10.07.2017 г., 08 час 00 мин  
Место отбора проб: ул. Бак. Комиссаров, 114, насосная станция 4 подъема,  
вода питьевая после установки "Светлый родник".  
Ф.И.О., должность производ. отбор проб: Павленко Е.Д., техник-инженер  
НД на отбор проб: ГОСТ 31961-2012, ГОСТ 31962-2012  
Дата и время доставки: 11.07.2017 г., 12 час 50 мин  
Дата и время начала испытаний: 11.07.2017 г., 12 час 55 мин  
Дополнительные сведения: акт отбора проб воды от 11.07.2017 г.  
Регистрационный номер (цифры) проб: 12057

Результаты испытаний					
№ п/п	Определяемые показатели	Единицы измерения	Величина допустимого уровня	Результат испытания, погрешность	НД на методы испытания
Количественный химический анализ					
1	Запах (20°/ед°)	балл	не более 2	0/0	ГОСТ 3351-74
2	Вкус (привкус)	балл	не более 2	0	ГОСТ 3351-74
3	Цветность	градусы	20	<1,00	ГОСТ 31868-2012 метод Б
4	Мутность	мг/дм³	1,5	<0,58	ПНД Ф 14.1.2-3.4.213-05
5	Жесткость общая	°Ж	7,0	0,400 ± 0,050	ГОСТ 31954-2012
6	Окисляемость перманганатная	мгОдм³	5,0	<0,25	ПНД Ф 14.1.2-4.154-99
7	Железо	мг/дм³	0,3	0,0160 ± 0,0059	ПНД Ф14.1.2-4.139-98
8	Марганец	мг/дм³	0,1	0,0184 ± 0,0055	ПНД Ф14.1.2-4.139-98
Микробиологические испытания					
9	Общие колиформные бактерии (ОКБ)	КОЕ /100 мл	отсутствие	не обнаружено	МУК 4.2.1018-01
10	Термотолерантные колиформные бактерии (ТКС)	КОЕ /100 мл	отсутствие	не обнаружено	МУК 4.2.1018-01

Ф.И.О., должность лица, ответственного за оформление протокола: Земцова А.Н., инженер-химик 1-й категории

Зам. начальника Центральной лаборатории

Е.Б. Ница

Примечание 1: за отбор проб, произведенный заказчиком, лаборатория ответственности не несет.  
Примечание 2: полная или частичное воспроизведение и расчеты настоящего протокола без разрешения Центральной лаборатории МУП "Водоканал" и (или) Заказчика не допускается. ГОСТ ИСО/МЭК 17025:2005.  
Составлен в 2-х экземплярах 17.07.2017 г. Стр. 1 (всего страниц 1)

Рис.23. Пример оформления протокола лабораторных исследований

Если к протоколу испытаний не прилагается акт отбора проб (при его наличии), то информация из акта отбора проб должна быть включена в протокол.

Лабораториям рекомендуется прилагать заявление о том, что протокол испытаний не может быть частично воспроизведен без письменного разрешения лаборатории.

**Требования к содержанию протокола испытаний**

Протокол испытаний оформляется в произвольной форме, если форма не установлена потребителем или методом (методикой) испытаний. Каждый протокол испытаний должен

содержать, по крайней мере, следующую информацию (если лаборатория не имеет обоснованных причин не указывать ту или иную информацию):

а) наименование документа (например, "Протокол испытаний" или "Сертификат о калибровке");

б) наименование и адрес лаборатории, а также место проведения испытаний и/или калибровки, если оно не находится по адресу лаборатории;

с) уникальную идентификацию протокола испытаний или сертификата о калибровке (например, серийный номер), а также идентификацию на каждой странице, чтобы обеспечить признание страницы как части протокола испытаний или сертификата о калибровке, и, кроме того, четкую идентификацию конца протокола испытаний или сертификата о калибровке;

д) наименование и адрес заказчика;

е) идентификацию используемого метода/методики;

ф) описание, состояние и однозначную идентификацию объекта (объектов) испытаний или калибровки;

г) дату получения объекта (объектов), подлежащего(их) испытаниям или калибровке, если это существенно для достоверности и применения результатов, а также дату(ы) проведения испытаний или калибровки;

h) ссылку на план и методы отбора образцов, используемые лабораторией или другими органами, если они имеют отношение к достоверности и применению результатов;

и) результаты испытаний или калибровки с указанием (при необходимости) единиц измерений;

j) имя, должность и подпись или эквивалентную идентификацию лица (лиц), утвердившего(их) протокол испытаний или сертификат о калибровке;

к) при необходимости указание на то, что результаты относятся только к объектам (образцам), прошедшим испытания или калибровку.

**Внимание!** В выдаваемых испытательной лабораторией (центром) протоколах исследований (испытаний) и измерений или иных итоговых документах о результатах исследований (испытаний) и измерений должна указываться используемая при



таких исследованиях (испытаниях) и измерениях версия нормативного документа с полным наименованием и реквизитами (номером, годом), (п. 4 Разъяснения Росаккредитации о возможности применения национальных и межгосударственных документов в области стандартизации, разработанных на основе (взамен) действующих от 17 мая 2018года.

Наличие дополнительных требований к протоколу испытаний может быть предусмотрено техническим регламентом ТС (ЕАЭС). Технические регламенты ТС, содержащие требования в части указания оборудования, использованного при испытании (измерении), приведены в Разъяснении Росаккредитации о порядке предоставления сведений о результатах деятельности аккредитованных ИЛ (центров) во ФГИС Росаккредитации от 7 марта 2017года.

Если в протокол испытаний включены мнения и толкования, то к протоколу должны быть приложены документы, на основании которых они сделаны. Мнения и толкования выделяются в протоколе отдельным разделом и могут касаться:

- выполнения требований, включенных в договор;
- рекомендаций по использованию результатов испытаний;
- рекомендаций по улучшению;
- мнения о соответствии/несоответствии результатов установленным требованиям.

#### ***Внесение изменений в протокол испытаний***

Изменения к протоколам испытаний или сертификатам о калибровке после их выдачи должны производиться только в виде дополнительного документа или дополнительной передачи данных и включать в себя следующую (или другую эквивалентную) формулировку: "Дополнение к протоколу испытаний (или сертификату о калибровке), серийный номер (или другая идентификация)".

Если необходимо оформить или выдать полный новый протокол испытаний или сертификат о калибровке, они должны однозначно идентифицироваться и содержать ссылку на оригинал, который они заменяют.

### Задание 1

На практическом занятии составьте группу из обучающихся и проведите отбор проб различных видов продукции (вода, почва, сельскохозяйственная продукция) в соответствии с требованиями нормативных документов.

### Задание 2

Заполните этикетку для отобранных проб на пробных сейф-пакетах (с указанием точной информации).

### Задание 3

На основании результатов исследований, полученных у преподавателя заполните протокол лабораторных исследований.

### Контрольные вопросы

1. Назовите нормативный документ, в котором содержатся основные правила и требования к отбору. Маркировке, транспортировке и хранению образцов?
2. Перечислите нормативные документы, регламентирующие основные требования отбора проб различных видов продукции.
3. Назовите основные правила хранения и транспортировки контрольных лабораторных проб в лабораторию.
4. Назовите основные требования к оформлению протокола лабораторных исследований.

**Занятие 4. Изучение основных правил взвешивания образцов, подготовка образцов к последующему анализу. Работа с аналитическими весами. Освоение методики измельчения образцов, освоение приемов нагревания и охлаждения**

Цель занятия – изучить основные правила взвешивания образцов. Изучить и освоить работу на аналитических весах. Изучить и освоить методику измельчения лабораторных образцов, изучение приемов нагревания и охлаждения при проведении лабораторных исследований.

Все лабораторные аналитические весы по их точности можно отнести к двум группам: полу-микрохимические взвешивают до 0,01 мг; микрохимические взвешивают до 0,001мг (рисунок 24).



Рис. 24. Аналитические весы

Выполненные из агата, три призмы на коромысле являются основной аналитических весов. При взвешивании средняя из них выступает в качестве опоры. Левая и правая призмы – это опоры для чашек весов. На коромысло крепится вертикальная стрелка. На конце стрелки укреплена микрошкала.

Она увеличивается и выводится на экран с помощью вейтографа, который представляет собой систему специальных оптических приспособлений. Изображение микрошкалы перемещается относительно неподвижной отсчетной линии, таким образом происходит считывание ее показателей. На дужку или чашку весов крепятся демпферы. Они в комплексе с арретиром и изолиром, которыми снабжены все аналитические весы, гасят колебания указателя и грузоприемного устройства весов. Благодаря этому, стрелка быстро возвращается в равновесное состояние. Изолир предназначается для освобождения призм в весах от приложенной нагрузки, предохранения ответственных частей от повреждений при транспортировании и в то время, когда весы не эксплуатируют. Арретиром коромысло весов фиксируют на опорах. В таком состоянии аналитические весы называют арретированными. Чтобы арретировать весы, нужно опускать рукоятку арретира, размещенную внизу, медленно и предельно

плавно. Призмы весов должны мягко приблизиться к опорам и закрепиться на них и ни в коем случае не удариться. Ускорить арретир можно только когда коромысло закачается, а стрелка весов начнет дрожать.

Серийность аналитических весов определяется их конструкцией и дополнительными сервисами:

серия АВ характеризует обычную простую конструкцию;

серия АВ-С обладает защитой от коррозии, на таких весах можно взвешивать агрессивные вещества;

серии ЛВ и ВЛ обладают классической конструкцией и внешней калибровкой, но имеют набор дополнительных функций;

серии СЕ, СКА, ВЛ-В и ВЛ-С оснащены приспособлениями для внутренней калибровки.

Аналитические весы лабораторные обязательно нужно прокалибровать перед первым включением и прогревом, а потом через каждые четыре часа. Если в помещении, где находятся весы, изменились климатические условия или весы переместили на другое место в пределах одной комнаты, их также нужно калибровать. В зависимости от уровня весов, способ калибровки может быть внешним, внутренним или автоматическим (самокалибровка).

Юстировка весов калибровочной гирей – это внешний способ. Как правило, гири не входят в комплект с весами, поэтому ее нужно приобретать отдельно. Внутренняя калибровка выполняется при нажатии соответствующей кнопки, которая активирует встроенный в весы эталонный груз. В таких весах внешняя гиря не требуется, хотя иногда производители дают возможность использовать и внешнюю калибровку. Весы с самокалибровкой реагируют на изменение влажности, давления, температуры и автоматически определяют, когда требуется произвести юстировку. Вмешательство оператора для калибровки весов в данном случае не нужно. Весы, оснащенные самокалибровкой, могут выполнять ее также через промежуток времени, заданный оператором.

### ***Правила работы с аналитическими весами***

Работа с аналитическими весами требует соблюдения следующих принципов: Открывание защитного кожуха сложной

конструкции должно быть наименьшим.

Не рекомендуется переносить весы. После перемещения выдерживать весы перед включением в электрическую сеть минимум 2 часа и дать им возможность выстояться минимум 12 часов.

За 20-30 минут перед началом измерений чуть открыть дверку кожуха, чтобы температура внутри весов выровнялась с окружающей средой. Контейнеры, в которых взвешивают, должны быть как можно меньшими по размерам.

Не использовать стеклянные и пластмассовые контейнеры при влажности воздуха меньше 30%. Это позволит исключить электростатический заряд.

Температура помещения, контейнера и образца должна быть одинаковой, чтобы не возникали воздушные потоки и влага на сосуде и на образце. Высыхание образца или поглощение им влаги приводит к колебаниям его веса. Поэтому сосуды с образцами обязательно накрывать пробками, крышками.

Желательно использовать сосуды с узкой горловиной. Нельзя помещать на весы образцы предельной нормы и тяжелее.

До взвешивания и после него показатели весов должны равняться нулю.

Помещать взвешиваемый предмет на середину чашек весов. Избегать толчков, ударов по весам.

Ежегодно проверять аналитические весы. Защищать весы специальными чехлами.

Порошковые вещества помещать на блюдо или бумагу. Применять салфетки, пинцеты, щипчики, не загрязнять весы пылью или жиром.

Работать только в хлопчатобумажных перчатках.

### ***Основные приемы и методы работы***

**Измельчение.** Необходимым этапом в осуществлении различных лабораторных операций часто является измельчение твёрдых материалов. Например, при проведении гетерогенных процессов за счёт измельчения достигается увеличение поверхности твёрдой фазы, что приводит к возрастанию скорости реакции; измельчённое вещество быстрее растворяется; измельчённый материал эффективнее экстрагируется и т. д. Измельчение происходит путём дробления, размалывания или

растирания. Выбор способа измельчения зависит от механических и химических свойств материала. Небольшие количества веществ обычно измельчают в ступках. Ступки бывают металлические (медные или латунные), фарфоровые и агатовые. В металлических ступках можно проводить дробление и растирание; фарфоровые и агатовые ступки предназначены только для растирания. Растирание лучше производить небольшими порциями, заполняя ступку на одну треть объёма. Для измельчения больших количеств веществ служит шаровая мельница.

Перемешивание. К числу общеупотребительных приёмов лабораторной техники относится перемешивание, которое используется при проведении реакций как в гетерогенной, так и гомогенной средах. Перемешивание осуществляется с помощью мешалок различных форм (рисунок 25). Для перемешивания в открытых сосудах пользуются мешалками, согнутыми из стеклянной палочки.

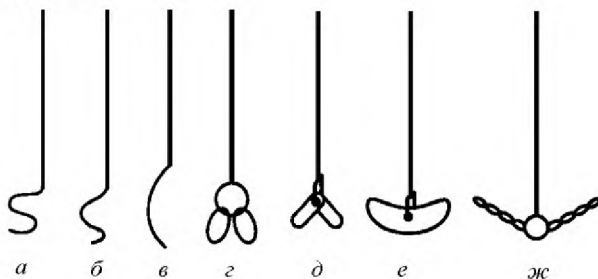


Рис.25. Мешалки

*а, б, в* – стеклянные (различной формы); *г* – с двумя кольцами; *д* – лопастная; *е* – якорная; *жс* – проволочная (Хершберга)

При выполнении работ по синтезу органических соединений бывает необходимо исключить утечку из реакционного сосуда паров растворителя или, наоборот, проникновение в реакционную среду воздуха и паров воды. В этих случаях мешалку герметизируют с помощью затворов различной конструкции (рисунок 26).

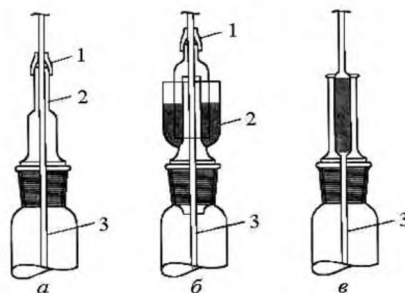


Рис. 26. Затворы для мешалок: *а* – обычный (1 – резиновый шланг, 2 – направляющая трубка; 3 – мешалка); *б* – ртутный (1 – резиновый шланг, 2 – запирающая жидкость, 3 – мешалка); *в* – с цилиндрическим шлифом.

Вращение мешалки обеспечивается электромотором, вал которого соединяется со стержнем мешалки коротким отрезком вакуумного шланга (рисунок 27). Скорость вращения регулируют лабораторным автотрансформатором. Широкое применение получили магнитные мешалки (рисунок 28).

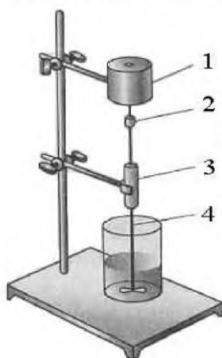


Рис. 27. Прибор для перемешивания: 1 – мотор; 2 – резиновый шланг, соединяющий вал мотора с мешалкой; 3 – трубка, фиксирующая положение мешалки; 4 – мешалка

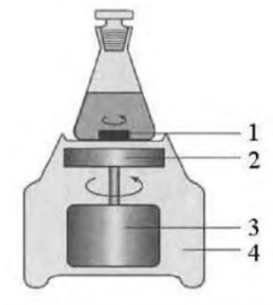


Рис. 28. Магнитная мешалка: 1 – железный стержень в капсуле; 2 – вращающийся магнит; 3 – электромотор; 4 – корпус

С их помощью осуществляют перемешивание в герметически закрытых сосудах. Содержимое колбы перемешивается заплавленным в стекло или пластмассу железным стержнем. Вращение стержня обеспечивается магнитом, насаженным на вал электромотора.

Нагревание и охлаждение Бани с соответствующими теплоносителями используют для равномерного нагревания в определённом интервале температур. Водяная баня применяется в тех случаях, когда достаточен нагрев не выше 100<sup>0</sup> С. Водяная баня представляет собой металлическую кастрюлю, снабжённую водомерной трубкой с воронкой для контроля за уровнем жидкости в бане и доливания её по мере испарения. Сверху баня закрывается рядом съёмных концентрических колец разного диаметра. С их помощью регулируют размер отверстия, в которое помещают нагреваемый сосуд. Опускаемые в баню колбы не должны касаться её стенок или дна. Пробирки помещают в баню в специальных круглых штативах. Масляная баня заполняется более высококипящим, чем вода, теплоносителем (минеральным маслом, глицерином, силиконовой жидкостью), что позволяет проводить нагревание в интервале температур 100 - 300<sup>0</sup>С (в зависимости от вида теплоносителя). Контроль за температурой бани осуществляют с помощью термометра, укреплённого так, чтобы ртутный шарик находился на одном уровне с дном колбы. У масляной бани «водомерная» трубка отсутствует

Охлаждение. Для снижения скорости реакции, инициирования кристаллизации, а также при работе с термолабильными соединениями широко используется охлаждение. Простейший способ состоит в том, что сосуд с охлаждаемым веществом помещают в баню с холодной водой или льдом. Для быстрого охлаждения небольших сосудов и пробирок их помещают под струю водопроводной воды.

#### Задание 1

Изучите устройство аналитических весов. Проведите взвешивание различных образцов в следующих массах: 100 мг, 550 мг, 1 грамм

#### Задание 2

Изучите правила измельчения образцов. Проведите



подготовку образца почвы и зерна сои для дальнейшего проведения лабораторных исследований.

### Задание 3

Изучите основные приемы нагревания и охлаждения образцов. Под руководство преподавателя отработайте основные приемы на практике.

### Контрольные вопросы

1. Расскажите устройство аналитических лабораторных весов?
2. По какому принципу аналитические весы делят на группы?
3. Перечислите основные приемы измельчения лабораторных образцов?
4. Какие приборы используют для приемов нагревания и охлаждения?
5. Какие правила необходимо соблюдать при нагревании лабораторных образцов?

### **Занятие 5. Изучение устройства и принципа работы лабораторного испытательного и вспомогательного оборудования, предназначенного для освоения основных методов химических и физико-химических исследований**

Цель занятия – изучить классификацию лабораторного оборудования. Изучить устройство и принципы работы лабораторного испытательного и вспомогательного оборудования.

Группы лабораторного оборудования для химической лаборатории

Итак, если Вы приобретаете лабораторное оборудование для своей лаборатории, то необходимо помнить, что с точки зрения метрологии оно подразделяется на три основные группы:

Средства измерения (СИ).

Испытательное оборудование (ИО).

Вспомогательное оборудование (ВО).

Если очень кратко, то к измерительному относится оборудование, которое позволяет произвести замер какой-то величины, параметра или характеристики и получить результат в

системе существующих единиц измерений этой величины.

### ***Испытательное оборудование***

**испытательное оборудование:** Средство испытаний, представляющее собой техническое устройство для воспроизведения условий испытаний.

Испытательным оборудованием являются устройства необходимые для воспроизведения условий испытаний. Это приборы, в которых создаются требуемые условия анализа/эксперимента, такие как: температура, давление, влажность, колебания, вращения, другие механические воздействия (растяжение/сжатие, наклон и т.д.).

### ***Вспомогательное оборудование***

Вспомогательное оборудование это, в принципе, все остальное, а именно то, что задействуется на различных этапах анализа, но чьи технические параметры не так существенны в плане влияния на метрологическую составляющую методики в целом. Сюда относятся, например, центрифуги, шейкеры, колбонагреватели, дистилляторы, нагревательные плитки, роторные испарители и т.п.

Для обеспечения единства средств измерений в Российской Федерации все допущенное к применению в химических лабораториях оборудование сведено в единый Государственный реестр средств измерений.

**В общем виде требования нормативных документов могут быть разделены на группы:**

#### ***требования, связанные с распознаванием оборудования***

К этой группе относятся требования необходимые для однозначного выделения каждой единицы лабораторного оборудования из всей совокупности оборудования лаборатории. Эти требования включают уникальную идентификацию, маркировку статуса оборудования относительно критически важных событий, местонахождение оборудования и т.п. Требования по распознаванию оборудования распространяются на весь срок его эксплуатации.

#### ***требования, связанные с подготовкой к эксплуатации***

Эта группа требований устанавливает необходимость проверки способности оборудования выполнять свое

предназначение. Сюда относятся требования по верификации нового оборудования или оборудования после ремонта, проверка точности или неопределенности измерений (для измерительного оборудования), проверка условий эксплуатации и т.п.

#### ***требования регулярного метрологического контроля***

Все оборудование, которое может повлиять на результат испытаний или измерений, должно подвергаться метрологическому контролю. Контроль может выражаться в виде калибровки, поверки, аттестации, сертификации или аналогичных по смыслу действий (например, сличение с эталонами). В значительной степени требования этой группы относятся к испытательному и измерительному оборудованию (в том числе к программному обеспечению и мерной посуде). Однако могут применяться и к ресурсам, если они оказывают существенное влияние на результат испытаний или измерений (например, частота и напряжение электрической сети, форма электрического сигнала, скорость потока воды и т.п.).

#### ***требования по обращению с оборудованием***

Данная группа включает все вопросы по транспортировке, хранению, установке, эксплуатации, обслуживанию лабораторного оборудования. К этой группе требований также относятся вопросы защиты оборудования (от загрязнений, неправильного применения, случайных регулировок, повреждения, доступа неквалифицированного персонала).

#### ***требования по ведению сопроводительной документации***

Эта группа требований связана с ведением записей о состоянии лабораторного оборудования на всех этапах его жизненного цикла в лаборатории – планов поверки, калибровки, обслуживания, инструкций по эксплуатации, проверке, тестированию, описанию повреждений, неисправностей или модификаций, журналов обслуживания и т.п. документации.

До начала эксплуатации необходимо определить требования по установке лабораторного оборудования и проверить их выполнение. К таким требованиям обычно относятся требования к электрической сети (напряжение, частота, мощность), требования к свободному пространству вокруг оборудования, требования по охлаждению (вентиляция, теплоотвод), требования по влажности и

т.п.

Необходимо предусмотреть действия по верификации оборудования. Верификация – это подтверждение способности оборудования выполнять свое предназначение в соответствии с заданными требованиями. Верификация выполняется для нового оборудования, оборудования после ремонта или хранения. Для разных видов лабораторного оборудования предусмотрена своя верификация. Например, для испытательного оборудования она выполняется в виде аттестации. Для измерительного оборудования - проведением серии измерений на эталонных образцах. Для мерной посуды - с помощью калибровки. Верификация общелабораторного оборудования может выполняться внешним осмотром.

В большинстве случаев правила по обращению с оборудованием указаны в сопроводительной документации (паспорте, инструкции по эксплуатации, руководстве по обслуживанию и т.п. документах). Система качества лаборатории должна предусматривать действия по управлению данными документами. Если сопроводительной документации к лабораторному оборудованию нет (не предусмотрена производителем), то лаборатория сама должна разработать соответствующие инструкции. Инструкции могут разрабатываться для группы однотипного оборудования.

В первую очередь в системе качества должны быть реализованы требования по обращению с испытательным и измерительным оборудованием (в том числе со стандартными образцами и эталонами). Действия по обращению с оборудованием необходимо производить в соответствии с инструкциями, а результаты действий фиксировать документально.

Важно регламентировать следующие действия:

- транспортировка. Если лаборатория применяет одно и то же оборудование для проведения испытаний или измерений в разных местах (например, передвижная лаборатория), то правила транспортировки становятся одними из самых важных. Необходимо предусмотреть правила по подготовке к транспортировке, контролю условий транспортировки,

переведению оборудования в рабочее состояние после транспортировки. Для стационарного оборудования достаточно предусмотреть действия по подготовке к транспортировке (на случай перемещения оборудования в ремонт или в случае смены места размещения оборудования). Другие действия не требуются, т.к. после ремонта или установки оборудования на новом месте вступают в силу требования по подготовке к эксплуатации.

- хранение. Оборудование может храниться в лаборатории до ввода в эксплуатацию или ожидать транспортировки (например, с целью ремонта). В этом случае в системе качества лаборатории необходимо предусмотреть правила подготовки оборудования к хранению, правила размещения на хранение, правила контроля условий хранения. Временный простой оборудования в связи с отсутствием работ к хранению не относится.

- установка. По возможности, установку лабораторного оборудования лучше предоставлять производителю или специализированной организации (подрядчику). В этом случае необходимо предусмотреть действия по контролю за работой подрядчика. Если установку осуществляет персонал лаборатории, то СМК лаборатории должна предусматривать правила установки оборудования (если они отсутствуют в сопроводительной документации).

- эксплуатация. Применение лабораторного оборудования по назначению гарантирует его надежность и безопасность. Прежде чем персонал начнет работать с оборудованием, он должен пройти необходимую подготовку. Процедуры системы качества лаборатории должны включать в себя вопросы подготовки персонала по работе с лабораторным оборудованием и периодическую проверку соблюдения правил его эксплуатации.

- обслуживание. Если оборудование требует технического обслуживания, то в лаборатории должен быть разработан и вестись план обслуживания оборудования. Нет необходимости составлять план на отдельный экземпляр оборудования. В плане указывается весь состав оборудования, которое требует обслуживания. Обслуживание можно проводить самостоятельно или по договору технического обслуживания. Проведение обслуживания необходимо документально фиксировать (отметка в

плане, акты выполненных работ и т.п.).

- защита. Если в сопроводительной документации отсутствуют сведения по защите оборудования в ходе эксплуатации, то лаборатория должна самостоятельно разработать правила защиты оборудования. Эти правила включают в состав документации системы качества. Правила должны предусматривать защиту от повреждения, от несанкционированных регулировок, загрязнения оборудования. Если оборудование представляет опасность, то обязательно должны быть разработаны правила экстренной остановки (деактивации) лабораторного оборудования и безопасному удалению опасных веществ (химикатов, радиоактивных и биологических материалов и т.п.).

#### Задание 1

Изучить классификацию лабораторного оборудования? Составить схему, описывающую общую классификацию оборудования.

#### Задание 2

На основе индивидуального задания, полученного от преподавателя составьте план мероприятий, направленный на содержание, введение в эксплуатацию и использование различных видов лабораторного оборудования.

### Контрольные вопросы

1. Перечислите группы лабораторного оборудования для химической лаборатории?
2. Назовите назначение испытательного оборудования?
3. Какое оборудование относится к вспомогательному? Назовите основное назначение вспомогательного оборудования?
4. Назовите основные требования нормативных документов к лабораторному оборудованию?
5. Какие мероприятия, проводимые в отношении к лабораторному оборудованию регламентируются в нормативных документах.

## **Занятие 6. Изучение методики определения физических свойств воздуха. Освоение методик определения загрязняющих веществ в атмосфере воздуха**

Цель занятия – изучить основные методы лабораторных исследований, используемых с целью определения физических свойств воздуха. Изучить основные методы определения загрязняющих веществ в воздухе.

### ***Определение температуры воздуха***

**Необходимы:** термометры, штативы, секундомер.

Для измерения температуры воздуха и ее динамической регистрации используются ртутные и спиртовые термометры, а также термографы. Спиртовые приборы способны измерять температуру воздуха до  $-130\text{ }^{\circ}\text{C}$ . При этом следует соблюдать следующие правила:

- прибор не держать в руках, фиксировать в специальном штативе, на расстоянии от стены не менее 20 см;
- значение показателя регистрировать через 10 минут;
- не следует размещать приборы вблизи источников тепла (в том числе человека);
- измерения проводятся в горизонтальной и вертикальной плоскостях, при этом допускаются колебания температуры по горизонтали в пределах  $2\text{--}3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а по вертикали -  $2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  на 1 м высоты;
- измерение производится на высоте 0,1; 0,5 и 1,5 м от пола и по диагонали помещения (противоположные углы и середина).

Оценка ведется по разнице показаний.

### ***Определение влажности воздуха***

**Необходимы:** психрометры, секундомер, вода дистиллированная.

Влажность - содержание водяных паров в воздухе, обладающих упругостью.

Разновидности влажности воздуха: максимальная, абсолютная, относительная, физиологический дефицит насыщения.

В практике спорта чаще используется относительная влажность. Для ее определения существует специальная аппаратура: гигрометр, гигрограф (работа этих приборов основана на изменении длины высушенного пучка волос при различной влажности), стационарный и аспирационный психрометры (определение проводится по разнице показаний ртутных термометров, один из которых регистрирует температуру сухого воздуха, другой - увлажненного). Измерение осуществляется в трех точках зала (по диагонали). Время работы прибора: 4 мин в летнее время и 15 мин - в зимнее.

Методика измерения влажности воздуха. На ткань одного из термометров в аспирационном психрометре наносятся 1-2 капли дистиллированной воды из специальной пипетки за 4 мин летом и за 15 мин зимой до исследования. Прибор фиксируют на высоте 2 м от поверхности пола (почвы). Заводят вентилятор, просасывающий воздух через прибор. Снимают показания с обоих термометров через 4 мин летом и через 15 мин зимой от начала работы вентиляторов. По специальной таблице находят значение относительной влажности, сравнивают с нормативными показателями, делают вывод о влиянии конкретного значения температуры и влажности на состояние организма, дают рекомендации об оптимизации величины и интенсивности двигательной нагрузки в конкретных условиях среды.

Нормативное значение влажности воздуха значительно варьирует (30-60 %) в зависимости от состояния человека (покой, нагрузка) и микроклиматических условий. В покое в обычной одежде при  $t^{\circ} = 18-20^{\circ}\text{C}$  и слабом движении воздуха оптимальной для человека является 40-60 % относительной влажности; при нагрузке и  $t^{\circ}$  выше  $15^{\circ}\text{C}$  - 30-40 %, выше  $25^{\circ}\text{C}$  - 20-25 %.

#### ***Определение скорости и направления движения воздуха***

**Необходимы:** анемометры, секундомер, кататермометр (для закрытых сооружений).

Для работоспособности человека определенное значение имеют не только температура, влажность, но и скорость, и направление движения воздуха, которые воздействуют как на температурный баланс организма, так и на его психологическое состояние (сильные по скорости потоки (более 6-7 м/с)



раздражают, слабые - успокаивают), на частоту и глубину дыхания, частоту пульса, на скорость передвижения человека.

Установлено, что оптимальными значениями скорости движения воздуха при спортивной деятельности являются 0,3-0,5 м/с в большинстве закрытых спортобъектов (в плавательном бассейне - 0,2 м/с), 1-4 м/с (легкий ветер) - в спортобъектах открытого типа; в раздевалке, душевой - 0,15 м/с; в жилых помещениях - 0,1-0,3 м/с. При скорости движения воздуха более 2 м/с не засчитывается результат при проведении легкоатлетических соревнований, если ветер попутный.

Для определения скорости движения существует специальная аппаратура: анемометры ручные крыльчатые и чашечные (для открытых объектов) и кататермометр (для закрытых).

### *Определение атмосферного давления*

**Необходимы:** барометр, калькулятор.

Нормальным считается давление атмосферы, равное 760 мм рт. ст. при температуре воздуха 0 °С, на уровне моря и широте 45°. При этих условиях на 1 см поверхности Земли атмосфера давит с силой 1033 г. Суточные колебания давления у поверхности Земли составляют 4-5 мм, а годовые - 20-30 мм рт. ст. Эти колебания ощущаются метеочувствительными людьми, что является признаком ослабления защитных сил организма.

Атмосферное давление в 1 миллибар соответствует давлению тела массой в 1 г на поверхность в 1 см: 1 мб = 0,7501 мм рт. ст.

Пробы воздуха, отобранные на постах, доставляют в одно из химических подразделений, где осуществляется их анализ. Имеется четыре типа химических подразделений: 1) группа или лаборатория наблюдений за загрязнением атмосферы, 2) кустовая лаборатория или группа наблюдений за загрязнением атмосферы, 3) централизованные лаборатории различной специализации, 4) специализированные лаборатории научно-исследовательских учреждений.

Группы или лаборатории наблюдений за загрязнением атмосферы осуществляют химический анализ проб воздуха, отобранных на постах в том же городе, с целью определения содержания основных и наиболее распространенных специфических примесей.

Кустовые лаборатории или группы осуществляют анализ проб, отобранных на постах в других городах и пересылаемых в кустовые лаборатории рейсовым транспортом. В этих лабораториях проводят также химический анализ, который не может быть выполнен в лабораториях первого типа.

Централизованные специализированные лаборатории обеспечивают проведение многокомпонентного (спектрального, хроматографического и др.) анализа на определенную группу веществ (металлы, органические соединения и пр.), газовых проб и аэрозольных фильтров, отобранных в ряде городов на территории одного или нескольких УГМ.

Специализированные лаборатории научно-исследовательских учреждений осуществляют детальный анализ проб воздуха для определения содержания тех веществ, анализ которых не производится сетевыми подразделениями.

Для оценки загрязнения воздуха используют лабораторные (характеризуются высокой точностью и являются незаменимыми для углубленных исследований); экспрессные (предусматривают использование универсальных газоанализаторов); автоматические (обеспечивают непрерывный контроль за загрязнением атмосферного воздуха) методы.

Лабораторные исследования проводят с использованием хроматографических, масс-спектрального, спектрального, электрохимического методов анализа загрязнения атмосферного воздуха.

**Хроматографические методы анализа загрязнения атмосферного воздуха.** Их сущность заключается в распределении, качественном обнаружении и количественном определении компонентов воздушной смеси с помощью специальных устройств - хроматографов. Они наиболее эффективны при определении сложных примесей в воздушных пробах. Эту группу методов (в зависимости от цели определения определенных примесей) образуют:

- *газовая хроматография* (метод исследования прием микропримесей улетучивающихся органических соединений). Реализуют его с помощью газового хроматографа (рисунок 29)

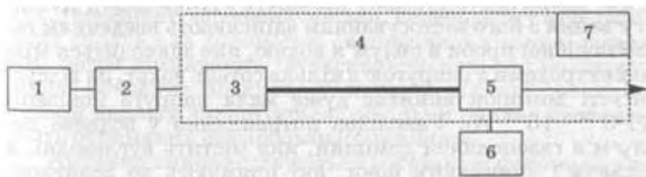


Рис.29. Схема газового хроматографа

1 — газ-носитель (инертный газ), 2 — регулятор затрат, 3 — прибор для ввода пробы, 4 — колонка, 5 — детектор, 6 — самописец, 7 — термостат.

- *жидкостная хроматография* (метод, который имеет эффект при анализе проб воздуха, загрязненного примесями токсичных органических соединений (полициклических ароматических углеводов, пестицидов и др.) разных концентраций). Принцип работы установок жидкостной хроматографии аналогичен газовым;

- *ионно-жидкостная хроматография* (метод определения микропримесей, способных к вступлению в реакции органических и неорганических соединений). Суть метода, принцип работы установок тождественны двум предыдущим;

- *пламене-ионизационный метод* (с его помощью определяют суммарное количество углеводородов). Определение с его помощью осуществляют введением газообразной пробы в пламя водорода, которое находится между электродами с напряжением в несколько сотен вольт. При отсутствии примесей возникает очень малое напряжение ионизации ( $10^{-12}$ -  $10^{-13}$  А). Вследствие попадания в водородное пламя газообразной примеси, которая содержит углеводород, в пламени возникают ионы, которые направляются к дополнительному электроду. Напряжение ионизации, которое возникает, ( $10^{-7}$ -  $10^{-12}$  А) усиливается электрометрическим усилителем постоянного тока и регистрируется самопишущим прибором.

Масс-спектральный метод анализа загрязнения атмосферного воздуха. Используя его, осуществляют количественный и качественный анализы всех соединений, которые есть в пробе. Этот метод заключается в ионизации газообразной пробы путем электронной бомбардировки, после чего ионы подвергают

действию магнитного поля. В зависимости от массы и заряда иона отклонение проходит с разной скоростью и по разным траекториям, которое дает возможность определить все имеющиеся соединения и их концентрации в пробе.

### *Спектральные методы, анализа загрязнения атмосферного воздуха.*

Эти методы наиболее эффективны при исследовании качественного и количественного состава загрязнения воздуха. Их сущность состоит в определении состава и строения вещества по его спектру, который определяется по длине волны электромагнитным излучением. Спектральный анализ дает возможность установить элементный, нуклидный и молекулярный состав вещества, его строение (атомно-эмиссионный спектральный анализ), определить концентрации вещества по поглощению слоем атомной пары элемента монохроматического резонансного излучения (атомно-абсорбционный спектральный анализ).

Электрохимические методы анализа загрязнения атмосферного воздуха. Широко применяют эти методы при систематическом контролировании состояния загрязнения атмосферного воздуха и воздуха рабочих зон.

Наиболее распространены в анализе атмосферных загрязнений кондуктометрические и кулонометрические методы. Сущность кондуктометрического метода состоит в измерении электропроводимости анализируемого раствора. Электропроводимость раствора обеспечивается ионами веществ, способными диссоциировать в определенных условиях, и зависит от концентрации ионов в растворе и их подвижности. Кондуктометрический метод не требует использования сложной аппаратуры, есть высокочувствительным, быстродействующим, выполняется компактной аппаратурой.

Кулонометрия является безэталонным электрохимическим методом относительно высокой точности и чувствительности. Она состоит в определении электрического заряда, необходимого для осуществления электрохимического процесса выделения на электроде или создание в электролите вещества, по которому анализируют исследуемую пробу.

Широкий спектр методов оценки загрязнений атмосферы является гарантией того, что можно с высокой точностью определить качественные и количественные характеристики веществ и смесей, имеющих в воздухе.

#### Задание 1

Провести определение физических показателей качества воздуха, и составить в рабочей тетради сводную таблицу с данными свободной форме.

#### Задание 2

Изучить методы анализа концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. В рабочей тетради записать основные методы лабораторных исследований с краткой характеристикой.

### Контрольные вопросы

1. Перечислите основные методы определения физических характеристик атмосферного воздуха?
2. Какие методы исследований используют при проведении лабораторных исследований, направленных на определение концентрации загрязняющих веществ?
3. С какой целью в лабораторных исследованиях используют метод жидкостной и газовой хроматографии?
4. Назовите назначения спектральных методов анализа при проведении анализа атмосферного воздуха.

**Занятие 7. Изучение классификации инструментальных методов физико-химического анализа почвы. Изучение устройства и принципов работы на лабораторном оборудовании, освоение основных методик определения состава почв**

Цель занятия – изучить и освоить методы физико-химического анализа почвенных образцов. Изучить перечень лабораторного оборудования, предназначенного для проведения лабораторного анализа уровня загрязнения почвенных образцов а так же и его устройство.

К достоинствам современных инструментальных методов следует отнести высокую чувствительность и скорость выполнения анализа (в том числе возможность анализа твердых почвенных проб без предварительного их разложения), возможность одновременного определения нескольких показателей. Возможность работы в автоматическом режиме без присутствия оператора.

Недостатки сводятся к следующему: сложное и дорогостоящее оборудование и расходные материалы, необходимость наличия квалифицированного обслуживающего персонала, более низкая воспроизводимость результатов.

Основные требования при выборе метода исследований:

1. Чувствительность и воспроизводимость результатов (почва состоит из соединений химических элементов, содержащихся в сильно различающихся концентрациях, каждому уровню концентраций может соответствовать свой аналитический метод).

2. Высокая воспроизводимость метода требуется тогда, когда невозможно оценить природное варьирование определяемого показателя (например, при проведении лабораторных модельных экспериментов) или когда природное варьирование само по себе очень велико (например, при картировании территорий с высокой неоднородностью почвенного покрова).

3. При проведении анализа большого числа почвенных проб решающее значение имеет производительность метода. Как правило, более производительные методы отличаются меньшей воспроизводимостью и чувствительностью и, вследствие этого, меньшей точностью.

Современные инструментальные методы физико-химического анализа почв можно классифицировать следующим образом:

### *1. Электрохимические методы анализа*

1. Потенциометрические методы – применяются для определения pH, окислительно-восстановительных потенциалов, активностей ионов  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  и др.

2. Вольтамперометрические методы – используются для определения большого числа элементов-металлов, а также некоторых неметаллов и неорганических анионов почвы.

3. Кулонометрические методы – используются для

определения серы и углерода в почве.

4. Полярографические методы – широко применяются для количественного определения многих катионов и анионов почвы.

## ***II. Спектральные методы анализа***

Методы молекулярной спектрофотометрии

1. Методы молекулярной абсорбционной спектроскопии – позволяют определять, как макроэлементы, так и микроэлементы почвы. Методы атомной спектрофотометрии

1) Методы атомно-эмиссионной спектрофотометрии

1. Пламенно-фотометрический метод – метод используется для определения металлов в почве.

2. Атомно-эмиссионная спектрофотометрия с возбуждением в электрической дуге постоянного тока или в электрическом искровом заряде – метод дает возможность анализа твердых проб и определения валового содержания элементов в почве.

3. Атомно-эмиссионная спектрофотометрия с возбуждением в индуктивносвязанной плазме - позволяет определять практически все химические элементы почвы.

4. Рентгенофлуоресцентная спектроскопия – в основном используется для определения азота, фосфора и калия в почвах и растениях.

2) Атомно-абсорбционная спектрофотометрия (ААС) Позволяет определять валовое содержание Si, Al, Fe, Ca, Mg, K, Na, Mn, Ti в почвах, многих биологически важных микроэлементов (валовое содержание и подвижные формы) - Zn, Cu, Co, Ni, Cr, V и др. Этим методом можно определить обменные основания и емкость поглощения, исследовать состав и количество водорастворимых катионов в почве.

## ***III. Методы электронной просвечивающей и растворовой микроскопии***

Эти методы позволяют изучать микростроение почв, органических и минеральных составляющих почвы и идентифицировать минералы тонкодисперсной фракции почв. IV. Нейтронно-активационный анализ (НАА) Метод основан на идентификации и измерении излучений, испускаемых образцом во время ядерной реакции или радионуклидами, полученными в результате реакции. Массовое содержание элемента

устанавливают измерением наведенной радиоактивности эталонов и исследуемых образцов.

### ***V. Хроматографические методы анализа***

Наибольшее распространение в почвенной практике получил газохроматографический вариант анализа, позволяющий разделять сложные многокомпонентные смеси. Метод широко применяется для определения интенсивности процессов углеродного и азотного циклов в почве.

### ***VI. Термические методы анализа***

Метод термического анализа широко используется для определения минералогического состава тонкодисперсных фракций почв – илистой и коллоидной. Метод применим и для количественного определения химического состава некоторых карбонатных минералов и легкорастворимых солей. Многообразие инструментальных методов, применяемых в почвоведении, далеко не исчерпывается перечисленными методами анализа. Часто для адекватной оценки того или иного процесса или явления в почве используют сразу несколько инструментальных методов.

#### **Задание 1**

Изучите понятие инструментальных и классических химических методов исследования. В рабочей тетради дайте определение что такое инструментальные методы исследований и что такое химические методы исследований.

#### **Задание 2**

В рабочей тетради составьте сводную таблицу в которой будет подробно указана классификация инструментальных методов анализа почвенных образцов. В таблице необходимо отразить следующую информацию:

- группа физико-химического анализа;
- название метода;
- наименование лабораторного оборудования;
- определяемые показатели.

### **Контрольные вопросы**

1. Назовите достоинства и недостатки инструментального метода лабораторного анализа почвенных образцов.
2. Перечислите отличительные черты инструментальных



методов анализа от классических химических методов.

3. Назовите основные группы инструментальных методов анализа.

4. Перечислите основные виды лабораторного оборудования, предназначенное для проведения инструментальных методов анализа почвы.

## **Занятие 8. Освоение методики определения физических и органолептических свойств воды**

Цель занятия – изучить и освоить методы определения физических и органолептических свойств воды.

Определение органолептических показателей воды является важным этапом ее анализа на пригодность для питья и санитарных нужд. Органолептическими свойствами воды называются те ее параметры, которые воспринимаются органами чувств человека и оцениваются по интенсивности их восприятия. К ним относятся вкус и привкус, запах, окраска, мутность и др. Несоответствие этих параметров воды оптимальным, как правило, является основанием для более тщательного химического анализа.

Окрашенная, мутная, с осадком или имеющая неприятный вкус и запах, вода неполноценна по своему качеству, т.к. человек не может употреблять ее для питья, приготовления пищи или для других бытовых нужд. Плохое качество питьевой воды по органолептическим показателям сказывается на многих физиологических функциях организма человека, в частности - при употреблении мутной воды с неприятным вкусом или запахом снижается секреторная деятельность желудка.

Рассмотрим подробнее основные органолептические свойства воды - прозрачность, мутность, цветность, наличие осадка, запах, вкус и привкус.

### ***Определение температуры***

Температура воды имеет большое физиологическое и гигиеническое значение. Наиболее благоприятной для питьевой воды является температура 7 -- 12 °С. Вода более высокой температуры не оказывает освежающего действия. Охлажденная

вода вызывает усиление деятельности слюнных и желудочных желез, способствует охлаждению слизистой оболочки рта и глотки. Вода температуры ниже 5 °С может вызвать простудные заболевания, нарушение целостности эмали зубов.

Температура рассматривается и как показатель санитарного состояния водоема. Высокая температура воды в колодце летом и низкая зимой говорит о поверхностном расположении грунтовой воды, а следовательно, большой возможности ее загрязнения извне. Повышенная температура воды способствует размножению сапрофитов. Температура питьевой воды должна быть постоянной, так как постоянство температуры воды в водоеме указывает на отсутствие притока в него поверхностных, загрязненных вод.

#### *Ход определения*

Температура воды измеряется непосредственно в водоеме при взятии пробы. Температура воды открытых водоемов определяется путем погружения в воду ртутного термометра (цена деления 0,1 °С) в металлической оправе. Температуру воды в глубоких слоях измеряют с помощью термометра, помещенного внутрь батометра.

Температуру воды из колодцев с насосом определяют путем погружения резервуара термометра в вытекающую струю, показания снимают при установлении постоянной температуры.

#### *Определение прозрачности воды*

Прозрачность воды является важным признаком ее доброкачественности. Прозрачность зависит от содержания в воде механических взвешенных веществ (мути), химических примесей, солей железа. Цветение водоемов ведет также к понижению прозрачности воды. Питьевая вода должна быть прозрачной. Мутная, непрозрачная вода неэстетична и всегда подозрительна в эпидемическом отношении, так как в мутной воде создаются оптимальные условия для размножения микроорганизмов.

Прозрачность воды определяется количеством содержащихся в ней механических примесей.

В полевых условиях для количественной оценки прозрачности воды пользуются белым диском Секи, опускаемым в воду на шнуре с теневой стороны судна или лодки.

Глубина, на которой диск перестает быть видимым, измеренная в сантиметрах, считается результатом измерения. Если

глубина погружения находится между метками, то она уточняется с помощью метра, размеченного на сантиметры. В случае, когда диск ложится на дно раньше, чем перестает быть видимым, отмечается прозрачность «до дна» и в скобках ставится глубина в данном месте (в сантиметрах). В примечании следует оговорить происхождение взвесей в случае ясно выраженного их характера (водоросли, глинистая муть и т.д.).

Диск надо беречь от загрязнений и время от времени возобновлять его белую окраску.

В лаборатории количественное определение прозрачности производят в приборе, представляющем градуированный цилиндр со съёмным плоским шлифованным дном. Менее точно определение прозрачности может быть произведено в цилиндре Геннера. Исследуемую воду перед определением хорошо взбалтывают и наливают в цилиндр. Затем ставят цилиндр неподвижно над шрифтом для определения прозрачности так, чтобы шрифт находился в 4 см от дна. Добавляя или отливая воду из цилиндра, находят предельную высоту столба воды, при которой возможно чтение шрифта.

Определение производят в хорошо освещённом помещении на расстоянии 1 м от окна, не на прямом свете. Прозрачность воды выражается в сантиметрах высоты столба с точностью до 0,5 см. Шрифт используется стандартный (ГОСТ 3351-46). Прозрачность питьевой воды должна быть не менее 30 см, а воды плавательных бассейнов - 20 см.

### *Определение мутности*

Мутность воды вызвана присутствием тонкодисперсных взвесей диаметром более 100 нм. Они имеют органическую и неорганическую природу. Взвешенные вещества попадают в воду в результате смыва твердых частичек (глины, песка, ила) с почвы дождями или талыми водами во время сезонных паводков, а также в результате размыва русла реки.

Также повышение мутности воды может быть вызвано выделением некоторых карбонатов, гидроксидов алюминия, высокомолекулярных органических примесей гумусового происхождения, развитием микроорганизмов и микроводорослей, а также окислением соединений железа и марганца кислородом

воздуха. Мутность не только отрицательно влияет на внешний вид воды.

Главным отрицательным следствием высокой мутности является то, что она защищает микроорганизмы при ультрафиолетовом обеззараживании и стимулирует рост бактерий. Поэтому во всех случаях, когда производится дезинфекция воды, мутность должна быть минимальной для обеспечения высокой эффективности этой процедуры. Согласно ГОСТу 2874 -- 82, мутность воды не должна превышать 1,5 мг/дм<sup>3</sup>.

#### *Ход определения мутности воды*

В кювету с толщиной поглощаемого свет слоя 5 -- 10 см вносят хорошо взболтанную исследуемую воду, измеряют оптическую плотность в зеленой части спектра. Контрольной жидкостью служит исследуемая вода, из которой удалены взвешенные вещества путем центрифугирования или фильтрования через мембранный фильтр № 4. Мутность определяют по калибровочному графику.

#### *Определения запаха*

Наличие запаха у питьевой или природной воды может быть связано либо с наличием в ней разлагающихся органических веществ, либо с присутствием химических загрязнителей. Например, сероводородный запах (запах «тухлых яиц») свидетельствует о неблагоприятном микробиологическом состоянии воды. Фенольный или смоляной запах могут свидетельствовать о загрязнении промышленными стоками. Хлорный запах говорит о избыточной концентрации (более 0,6 мг/л) активного хлора, используемого для обеззараживания питьевой воды и воды бассейнов.

В химической лаборатории запах воды определяют при нагревании ее до температуры 60 °С. Характер запаха выражается описательно: без запаха, сероводородный, болотный, гнилостный, плесневый и т. п. Интенсивность запаха оценивают по пятибалльной шкале (0 - нет, 1 - очень слабый, 2 - слабый, 3 - сильный, 4 - очень сильный).

Качественной можно считать лишь такую воду, которая, по мнению потребителей, не имеет запаха. Обычные люди не чувствуют запаха интенсивностью 0 и 1 балл по пятибалльной

шкале. Запах интенсивностью 2 балла чувствуют лишь некоторые потребители (до 10% населения), и лишь в том случае, если обратить на это их внимание. При повышении интенсивности запах становится ощутимым для всех потребителей без какого-либо предупреждения. Поэтому интенсивность запаха питьевой водопроводной воды не должна превышать 2 баллов. Кроме того, следует учитывать, что воду подогревают для приготовления горячих напитков и первых блюд, а это может привести к усилению ее запаха. Именно поэтому питьевая вода должна иметь запах интенсивностью не выше 2 баллов при температуре как 20 °С, так и 60 °С, что отражено в государственном стандарте на питьевую водопроводную воду (ГОСТ 2874-82 и СанПиН 2.1.4.1074-01).

### *Определение вкуса*

Питьевая вода должна быть приятной, иметь освежающий вкус без какого-либо постороннего привкуса. Вкус воды зависит от минерального состава воды, температуры ее и растворенных газов.

Органолептическим методом определяют характер и интенсивность вкуса и привкуса. Различают четыре основных вкусовых ощущения: соленое, кислое, сладкое и горькое. Соленый вкус воде придает хлорид натрия, горький - соединения магния. Органические вещества придают воде сладкий вкус. Все другие виды вкусовых ощущений называются привкусами (щелочной, металлический, хлорный, вяжущий и т. д.).

Определение вкуса воды производят только в обеззараженной или заведомо чистой воде при температуре 20 °С. В сомнительных случаях воду подвергают кипячению в течение 5 мин с последующим охлаждением. Исследуемую воду набирают в рот малыми порциями, не проглатывая, задерживают 3 -- 5 с.

Один и тот же вкус или привкус может иметь разную интенсивность. Поэтому для характеристики интенсивности вкусов и привкусов воды была предложена пятибалльная шкала, аналогичная пятибалльной шкале интенсивности запахов: вода прозрачность мутность вкус

- 0 баллов -- нет вкуса;
- 1 балл -- очень слабый;

- 2 балла -- слабый;
- 3 балла -- заметный;
- 4 балла -- отчетливый;
- 5 баллов -- очень сильный.

Качественной можно считать только такую воду, которая, по оценке потребителей, не имеет вкуса и привкуса. Обычные люди не ощущают вкус и привкус интенсивностью 0 и 1 балл. Вкус и привкус интенсивностью 2 балла чувствуют только некоторые потребители (до 10% населения), и лишь при условии предупреждения, то есть если обратить на это их внимание. При повышении интенсивности вкус и привкус становятся ощутимыми для всех потребителей без какого-либо предупреждения. Поэтому интенсивность вкуса и привкуса питьевой водопроводной воды не должна превышать 2 баллов, что отражено в государственном стандарте на питьевую водопроводную воду (ГОСТ 2874-82 и СанПиН 2.1.4.1074-01).

#### Задание 1

Изучите методы определения органолептических и физических показателей качества воды.

#### Задание 2

Проведите лабораторные исследования органолептических свойств воды, отобранных из различных источников.

#### Задание 3

На основании полученных в задании 2 данных, составьте сводную таблицу и сделайте выводы о соответствии анализируемых образцов требованиям нормативных документов.

### Контрольные вопросы

1. Назовите основные методы проведения лабораторных исследований воды по определению органолептических и физических показателей?
2. Назовите нормативные документы, регламентирующие качество воды из различных водоемов, а так же различного назначения.
3. О чем говорят повышенные показатели цветности и мутности в воде?
4. С какой целью проводят определение органолептических

показателей в пробах воды?

**Занятие 9. Изучение испытательного и вспомогательного лабораторного оборудования, предназначенного для проведения анализов сельскохозяйственных и пищевых продуктов. Освоение методов исследования кормов и пищевых продуктов (молоко и молочные продукты, мясо и мясные продукты, рыба, хлеб)**

Цель занятия – изучить и освоить основные методы и виды лабораторного оборудования. Предназначенного для проведения лабораторных исследований сельскохозяйственной и пищевой продукции.

Все методы оценки качества сельскохозяйственного сырья и продуктов его переработки разделяют на группы: органолептические (сенсорные); лабораторные (инструментальные); регистрационные (наблюдение и подсчёт событий, предметов); экспертные (значения показателей определяют на основе коллективного решения, например, по результатам дегустации); социологические (сбор и анализ мнения потребителей); расчётные (используют теоретические или эмпирические зависимости показателей качества продукции от её параметров).

При органолептической оценке (вкус, запах, цвет) качества продукции используются органы чувств человека, что не всегда даёт объективную характеристику качества товара. Результат определений зависит от опытности испытателя, его квалификации и добросовестности.

Инструментальные методы оценки используют различные приборы, и результаты испытаний, как правило, более точны и объективны. Лабораторные методы исследований разделяют на химические, биохимические, физические, физико-химические, биологические и технологические.

При химическом анализе можно изучить аминокислотный состав белков, установить содержание тех или иных компонентов в сырье и готовой продукции (витаминов, пигментов и т.д.),

биохимические исследования позволяют определить активность ферментов в продукте. Физические методы испытаний дают точные представления о влажности продукта, заражённости его вредителями, крупности и однородности компонентов; физико-химические методики используют при определении водопоглотительной способности муки и др. К биологическим методам относят определение заражённости продукции вредителями, заселённости микроорганизмами.

Технологические методики воспроизводят схему технологического процесса (или его части), сырьё превращают в полуфабрикат или готовое изделие и по их качеству судят о технологических достоинствах исходного продукта. Размол зерна на лабораторной мельнице позволяет определить выход муки, а пробная выпечка - хлебопекарные свойства муки.

### *Органолептические методы оценки качества сельскохозяйственных продуктов*

Органолептические методы занимают ведущее место при оценке качества заготавливаемых сельскохозяйственных продуктов и сырья. При органолептическом анализе измерительными приборами являются наши органы чувств: зрение, обоняние, вкус и слух, которые используются для выявления качественных различий у исследуемых продуктов. Этими методами определяются вкус и запах, цвет, структура и консистенция, степень измельчения, а также качество сравнением средних проб продукта с эталоном.

Органолептические методы просты в применении, доступны, не требуют применения сложного лабораторного оборудования и реактивов. Все оттенки окраски, аромата, вкуса продуктов можно определить только с помощью органов чувств человека. Однако эти методы имеют и недостатки: субъективные особенности исследователя, относительный характер результатов исследования, невозможность получения полного представления о качестве продуктов.

Измерительные методы определения качества продукции базируются на использовании технических средств измерений и контроля. Результаты этих методов отличаются точностью, повторяемостью и выражаются в количественных показателях (г,



%, мг%, кг/м<sup>3</sup> и др.). С помощью этих методов можно изучить химический состав и физические свойства продуктов, наличие примесей, определить их пригодность для переработки, выявить причины потерь и снижения качества при хранении, а также фальсификацию продуктов и др. При заготовках и переработке сельскохозяйственных продуктов получили распространение химические, физические, физико-химические, микроскопические, биологические, физиологические и технологические методы.

Химические методы используют для количественного и качественного определения содержания в продуктах Сахаров, крахмала, жиров, воды, витаминов, поваренной соли. Они применяются для установления соответствия химического состава продукта требованиям стандарта. Химическим методом устанавливают изменение состава продукта после обработки, транспортирования или хранения. Так, с помощью этого метода можно выявить процесс автолиза при созревании мяса, потери витамина С при хранении плодов.

Физические методы основываются на определении физических свойств продукции с помощью специальных приборов. Поляриметром определяют количество оптически активных веществ (сахароза, глюкоза, фруктоза); рефрактометром - содержание сухих веществ в молоке, тоματοпродуктах, плодах, жира в продуктах; вискозиметром - сдвиговые свойства жидких продуктов; ареометром, пикнометром - относительную плотность растворов веществ; термометром - температурные константы жиров; пуркой - натуру зерна; диафаноскопом - стекловидность зерна.

С помощью физических методов определяют формы, линейные размеры, крупность, объем, выполненность, скважистость зерна, насыпную массу овощей и др. Методы определения физических свойств приводятся в ГОСТах.

Физико-химические методы отличаются высокой точностью, быстротой выполнения анализа и малой массой пробы, взятой для анализа. Однако для выполнения анализов требуются сложные приборы и специальная подготовка лаборантов.

Для исследования качества сельскохозяйственных продуктов используют следующие методы: хроматографический

(определение количества и состава аминокислот белков, содержания отдельных органических кислот, природы и количества красящих веществ); потенциометрический (определение потенциометром концентрации ионов водорода); кондуктометрический (измерение электропроводности растворов для установления титруемой кислотности, определение влажности зерна на электровлагомере); колориметрический (определение концентрации вещества в растворе по поглощению света, установление содержания витаминов в плодах и овощах, нитратов в мясных продуктах, цветности пищевых жиров и сахара и др.); люминесцентный анализ основан на облучении продукта ультрафиолетовыми лучами (определение количества белка и жира в молоке, порчи рыбы и овощей); спектроскопический (изучение спектров паров исследуемых веществ) применяется для определения состава и содержания в продуктах микроэлементов, витаминов, каротина и др.

Микроскопический метод используется при изучении качества волокна лубяных растений и шерсти, установлении подлинности продукта (меда, молотых пряностей), вида крахмала, наличия в продуктах посторонних примесей, нематод в овощах, трихинелл и финн в мясе.

Биологический метод применяется для определения количества нормально проросших зерен пивоваренного ячменя, наличия в продуктах токсических веществ, зараженности и видового состава микроорганизмов, наличия спор головневых грибов, для исследования продуктов на зараженность болезнями и насекомыми.

Физиологический метод позволяет установить чистое усвоение белка из потребляемых продуктов, энергетическую, биологическую ценность и безвредность продуктов. Эти методы анализа проводят на подопытных животных (белые крысы) и птицах.

Технологическим методом определяют пригодность для переработки и технологические свойства сельскохозяйственного сырья. Так, на лабораторной мельнице путем размолва 5кг зерна определяют его мукомольные свойства, а опытной выпечкой -

хлебопекарные достоинства, т. е. способность муки давать хлеб высокого качества и с хорошим припеком. Технологическим методом оценивают свойства крупяных культур, картофеля, перерабатываемого в крахмал и патоку, а также пригодность сортов плодов и ягод для производства компотов, варенья, джема и др.

Инструментальные методы анализа пищевого сырья и продуктов можно условно разделить на методы разделения и концентрирования и методы обнаружения пищевых компонентов. Для описания разделения и концентрирования применяют три термина: разделение, концентрирование и выделение. Разделение – это операция, в результате которой компоненты, составляющие продукт, отделяют один от другого. В одном случае компоненты продукта могут отличаться или не отличаться друг от друга по концентрации, а в другом – резко различаться. Концентрирование – операция, в результате которой повышается отношение концентрации или количества микрокомпонентов к концентрации или количеству макрокомпонентов продукта. Действительно, чаще всего говорят о концентрировании компонентов, присутствующих в малых или очень малых концентрациях. Концентрирование микроэлементов занимает важное место среди приемов современного анализа. Под выделением подразумевают операцию, при которой нужные компоненты продукта выделяют в самостоятельную фазу или часть фазы.

Эффективность метода анализа зависит от того, насколько правильно выбраны условия, обеспечивающие количественный переход нужного (или мешающего) компонента продукта в одну из фаз. Аналитический цикл включает отбор пробы, ее обработку для подготовки к определению, собственно определение и обработку результатов. Концентрирование является составной частью стадии обработки (подготовки) пробы. Наряду с ним этапами этой стадии анализа может быть разложение пробы, например растворением, маскирование и простое разделение отдельных ее компонентов. Выбор операций на стадии подготовки пробы главным образом зависит от решаемой задачи, природы объекта и метода последующего определения. За лабораторный образец принимают часть средней пробы, выделенную для

лабораторного анализа.

Порядок отбора образцов, проб и отдельных единиц для осмотра, испытания или лабораторного исследования устанавливается требованиями нормативно-технической документации на каждый вид продовольственных товаров. Отклонение от установленных правил отбора образцов и проб для анализа ведет к получению недостоверных результатов. К органолептическим показателям, общим для характеристики почти всех пищевых продуктов, относят внешний вид, вкус, запах, консистенцию. Среди них наиболее значимыми являются внешний вид, вкус и запах, так как они имеют решающее значение для оценки качества пищевых продуктов.

Органолептическая оценка этих показателей в большинстве случаев является единственно возможной при определении качества продуктов. Консистенцию пищевых продуктов также можно определить измерительными методами, однако при этом характеризуется только одно или несколько структурно-механических свойств и не учитывается весь их комплекс, дающий общее представление о консистенции. Только органолептический метод позволяет в полной мере дать общую оценку консистенции пищевых продуктов. Таким образом, органолептический метод имеет решающее значение при проведении контроля качества пищевых продуктов.

Несмотря на кажущуюся простоту, доступность и быстроту органолептической оценки, требуются значительные знания и навыки для ее оценки.

Органолептическая оценка – это совокупность операций, включающая выбор номенклатуры органолептических показателей качества продукта, определение этих показателей и сопоставление их с базовыми. Органолептические показатели определяют в такой последовательности: сначала определяют внешний вид, а затем цвет, запах, консистенцию и вкус. При оценке внешнего вида продукта определяют его форму, характер поверхности, однородность по размеру (плоды, ягоды, овощи и др.). Внешний вид продукта – это комплексный показатель, включающий ряд таких единичных показателей, как форма, цвет, состояние поверхности. Для некоторых видов продуктов комплексный

показатель «внешний вид» дополняется специфичными показателями. К специфичным показателям относят состояние тары, упаковки или завертки, свежесть, состояние отдельных компонентов, например состояние рассола или заливки, состояние жира и сухожилий, качество бульона, прозрачность (безалкогольные напитки, осветленные соки, растительное масло и др.), качество посола (масло сливочное) или разделки (свежая, копченая рыба), состояние и толщину глазури (мороженная рыба).

Массовая доля воды в пищевом сырье зависит от особенностей химического состава, сроков и условий хранения. Вода в биологических объектах присутствует в трех формах: в виде свободной, слабо связанной и прочно связанной.

Свободная вода, сохраняя подвижность до температуры замерзания около 0 С, служит растворителем многих веществ. Связанная вода прочно соединена с коллоидными веществами, образуя их гидратную оболочку, и не является растворителем. Слабо связанная вода замерзает при температуре  $-3 \dots -5$  С.

В процессе хранения происходит изменение соотношения между свободной и связанной водой, что влияет на свойства пищевого сырья. Существуют различные методы аналитического определения содержания воды.

В наиболее распространенных методах воду удаляют из исследуемого объекта высушиванием, отгонкой и поглощением осушителями. В качестве осушителей чаще всего используют перхлорат магния, сульфат кальция, сульфат натрия, оксид фосфора и хлорид кальция.

В настоящее время для определения влажности используют также химические методы и методы, основанные на измерении некоторых физических свойств продукта, например диэлектрической проницаемости. Указанный принцип положен в основу одного из вариантов дистанционного измерения влажности продукта. Быстрым и универсальным способом определения воды в пищевых объектах является метод газожидкостной хроматографии метанольных экстрактов.

Этот метод характеризуется высокой точностью и воспроизводимостью. Метод высушивания – наиболее распространенный и универсальный способ определения воды.

Содержание воды определяют по потере массы испытываемых образцов при их высушивании. Свободную влагу удаляют при температуре, близкой к температуре кипения воды.

Общее содержание минеральных веществ может быть определено озолением.

Зола представляет собой минеральную часть продукта, полученную после сжигания органических веществ. В состав минеральных веществ входят хлористые, карбонатные, фосфорные и сульфатные соли калия, натрия, аммония, магния, кальция. В небольших количествах содержится железо; в микродозах – медь, цинк, стронций, барий, бор, кремний, олово, молибден, кобальт, никель и другие химические элементы.

Наряду с высушиванием при повышенной температуре применяют способ, при котором пробы исследуемого материала растирают с нейтральными водоотнимающими веществами, например безводным сульфатом натрия, а также обезвоживание материала настаиванием или кипячением со спиртом. Чаще всего жир определяют методом Сокслета.

Методом Сокслета извлекают не только липиды, но и сопутствующие им вещества – фосфатиды, стерины, свободные жирные кислоты, красящие вещества, поэтому определяемый таким образом жир называют «сырым жиром». Полученный экстракт используют для количественного определения жира, кислотного и перекисного чисел.

Для экстракции липидов с последующим хроматографированием экстрактов применяют метод Фолча. Данный метод основан на экстракции липидов из тканей хлороформ-метаноловой смесью. Он позволяет выделить как полярные, так и неполярные липиды и полностью сохранить фракцию фосфолипидов.

Полученный экстракт липидов используют для исследования фракционного состава липидов и их жирно-кислотного состава. Обычно о содержании белковых веществ в пищевом сырье животного происхождения судят по количеству азота.

При проведении производственного анализа содержание белковых веществ подсчитывают не по белковому, а по общему азоту, входящему в состав всех органических и неорганических

веществ. Такое отклонение в точности определения содержания белков вполне допустимо.

Минерализацию (сжигание) производят нагреванием навески продукта с концентрированной серной кислотой в присутствии катализаторов (серно-кислой меди или пероксида водорода), а также веществ, повышающих температуру кипения смеси (сульфата натрия или калия). Кислотность обуславливает вкусовые свойства продукта и является показателем его свежести и доброкачественности.

Флуоресценция – кратковременное свечение ( $10^{-7}$ ... $10^{-10}$  с), которое продолжается только при облучении. Если источник возбуждения устранить, то свечение прекращается мгновенно или не более чем через  $10^{-3}$  с.

Фосфоресценция – более длительное свечение ( $10^{-3}$ ... $10^{-2}$  с), которое продолжается после отключения источника электромагнитного излучения.

Флуориметрический анализ основан на выявлении зависимости между интенсивностью флуоресценции и концентрацией люминесцирующего вещества. Этот метод применяется в тех случаях, когда способностью к люминесценции обладает только определяемое вещество. В противном случае определению должны предшествовать операции по выделению и очистке определяемого вещества или маскированию примесей специальными реагентами.

В количественном люминесцентном анализе применяют люминесцентные фотометры, которые часто называют флуориметрами или флуорометрами. Электрохимические методы основаны на изучении и использовании процессов, протекающих на поверхности электрода или в электродном пространстве. Любой электрический параметр (потенциал, сила тока, сопротивление и др.), функционально связанный с концентрацией анализируемого субстрата, может служить аналитическим сигналом.

### Задание 1

Изучить вопрос проведения органолептических показателей качества сельскохозяйственной и пищевой продукции. Разделившись на группы провести оценку органолептических

свойств пищевой продукции (молока, кефира) или сельскохозяйственной продукции (силос, сено и т.д.) в зависимости от задания, полученного от преподавателя.

### Задание 2

Изучите перечень инструментальных методов для проведения лабораторных исследований пищевых продуктов. Выполните записи в рабочих тетрадях.

### Контрольные вопросы

1. Дать описание терминов «разделение», «концентрирование» и «выделение». В чем состоит принципиальная разница этих операций?
2. Дать определение понятия «аналитический цикл».
3. Что такое лабораторный образец?
4. Дать определение органолептической оценки качества пищевых продуктов и сельскохозяйственной продукции.
5. Перечислить основные показатели, характеризующие химический состав пищевого сырья и сельскохозяйственной продукции.
6. Дать описание метода определения содержания влаги в пищевом сырье и продуктах.
7. Дать описание принципов метода определения содержания жира в пищевом сырье и продуктах.
8. Дать описание метода определения содержания белка в пищевом сырье и сельскохозяйственных продуктах.
9. Дать описание метода определения содержания золы в пищевом сырье и продуктах.
10. Дать описание метода определения содержания титруемой кислотности в пищевом сырье и продуктах.



## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### Основная рекомендуемая литература

1 Мазур, Л.В. Аналитическая химия [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л.В. Мазур, Г.Н. Баторова .— Улан-Удэ : Бурятский государственный университет, 2014 .— 146 с. — Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/291664>

2. Горчакова, Э.В. Основы биологической химии: Учебное пособие. [Электронный ресурс] – 2-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2019. – 208 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/112688/#2>

### Дополнительная рекомендуемая литература

1. Мургаева, С.И. Коллоидная химия [Электронный ресурс] : метод. указания / С.И. Мургаева .— Элиста : Калмыцкий государственный университет, 2013 .— 35 с. — Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/296131>

2. Батуева, И.С. Общая химия. Ч. 1. [Электронный ресурс] / И.С. Батуева, Э.Т. Павлова, Е.Ю. Романова .— Улан-Удэ : Бурятский государственный университет, 2017 .— 136 с. — ISBN 978-5-9793-1128-9 .— Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/640305>

3. Тушинова, Ю. Л. Практикум по неорганической химии. Ч.1 [Электронный ресурс] / Ю.Л. Тушинова, И.С. Батуева .— Улан-Удэ : Бурятский государственный университет, 2017 .— 100 с. — ISBN 978-5-9793-1107-4 .— Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/640319>

4. Мургаева, С.И. Физическая химия. В 2 ч. Ч. 1 [Электронный ресурс] : метод. указания / С.И. Мургаева .— Элиста : Калмыцкий государственный университет, 2013 .— 20 с. — Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/296133>

5. Подшивалова, А.К. Теоретические основы неорганической химии (избранные главы и лабораторный практикум) [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие для лаб. занятий и самостоят. работы студентов / Н.Г. Глухих, А.К. Подшивалова .— Иркутск : Издательство ИрГСХА, 2013 .— 270 с. : ил. — Авт. указаны на обороте тит. л. — Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/278082>

6. Садименко, Л.П., Князева, Т.В., Цыганков, Е.М.,

Методическое пособие к практическим занятиям по аналитической химии . Количественный анализ. Часть 5. Оптические методы анализа [Текст]: методическое пособие / Л.П. Садименко, Т.В. Князева, Е.М. Цыганков. Ростов-на Дону, 2004. - 31 с.  
<http://window.edu.ru/resource/978/19978/files/rsu270.pdf>

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Занятие 1	Классификация средств индивидуальной защиты применяемых в лаборатории. Правила безопасности при работе с концентрированными кислотами и щелочами. Общие правила работы с лабораторным оборудованием и приборами	4
Занятие 2	Классификация химической посуды, основные правила работы с ней. Классификация химических реактивов, используемых для проведения анализов	15
Занятие 3	Изучение правил отбора проб различных видов образцов. Правила упаковки, маркировки и транспортировки образцов в лабораторию. Освоение правил регистрации проб, обработки результатов и оформления прокола результата	23
Занятие 4	Изучение основных правил взвешивания образцов, подготовка образцов к последующему анализу. Работа с аналитическими весами. Освоение методики измельчения образцов, освоение приемов нагревания и охлаждения	33
Занятие 5	Изучение устройства и принципа работы лабораторного испытательного и вспомогательного оборудования, предназначенного для освоения основных методов химических и физико-химических исследований	40
Занятие 6	Изучение методики определения физических свойств воздуха. Освоение методик определения загрязняющих веществ в атмосфере воздуха	46
Занятие 7	Изучение классификации инструментальных методов физико-химического анализа почвы. Изучение устройства и принципов работы на лабораторном оборудовании, освоение основных методик определения состава почв	52
Занятие 8	Освоение методики определения физических и органолептических свойств воды	56
Занятие 9	Изучение испытательного и вспомогательного лабораторного оборудования, предназначенного для проведения анализов сельскохозяйственных и пищевых продуктов. Освоение методов исследования кормов и пищевых продуктов (молоко и молочные продукты, мясо и мясные продукты рыба, хлеб)	62

Учебное издание

Малахова Олеся Анатольевна

## МЕТОДЫ АНАЛИЗА

Методические указания

Отпечатано с готового оригинал-макета  
Подписано в печать 20.01.2020. Формат 60×84 1/16

Усл. печ. л. 7,32; печ. л. 4,69.

Тираж 50. Заказ № 488.

Редакционно-издательский отдел ФГБОУ ВО Самарского ГАУ  
446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2  
Тел.: 8 939 754 04 86, доб. 608

E-mail: [ssaariz@mail.ru](mailto:ssaariz@mail.ru)



Министерство сельского хозяйства  
Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«Самарский государственный аграрный  
университет»

Кафедра «Биоэкология и физиология сельскохозяйственных  
животных»

**О.А. МАЛАХОВА**

## **МЕТОДЫ ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА В БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ**

Методические указания для практических занятий

КИНЕЛЬ  
РИО Самарского ГАУ  
2019

УДК 616:519  
ББК 53.4  
М 18

О.А. Малахова

М – 18. Методы экспресс-анализа в биологии и экологии: методические указания / О.А. Малахова. – Кинель: РИО Самарского ГАУ: 2019. – с.

Методические указания «Методы экспресс-анализа в биологии и экологии» составлены в соответствие с рабочей программой дисциплины и предназначены для студентов направления подготовки 06.03.01 Биология.

Методические указания позволят сформировать у обучающихся систему компетенций, направленных на умение проведения лабораторных исследований, позволит составить наиболее полную картину о применяемых в лабораторном анализе перечне оборудования, его классификации и методики применения. Изучение методических указаний позволит освоить метод проведения лабораторных исследований с использованием экспресс-метода, тест-систем и оборудования, позволяющего работать в полевых условиях.

Методические указания могут быть использованы при изучении дисциплины «Методы экспресс-анализа в биологии и экологии».

© ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, 2019  
© Малахова О.А., 2019

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Методические указания для практических занятий по дисциплине «Методы экспресс-анализа в биологии и экологии» составлены в соответствии с требованиями образовательной программы подготовки студентов, обучающихся по направлению подготовки 06.03.01 Биология. А так же рабочей программой дисциплины.

В задачи методических указаний входит:

- изучение основ экологического нормирования природной среды и системы стандартов «Охрана природы»;
- изучение теоретических основ физических и физико-химических методов анализа;
- овладение методами и приемами решения конкретных задач;
- формирование навыков проведения и постановки научного исследования;
- формирование навыков использования лабораторных приборов и установок для анализа объектов окружающей среды;
- освоение методик проведения химико-аналитических, физико-химических и биоиндикационных способов оценки биологических объектов;
- развитие умений поисково-исследовательской работы;
- формирование способности применять теоретические знания, практические умения, и навыки для решения прикладных задач учебной и профессиональной деятельности и самостоятельно обрабатывать полученные данные, а так же оформление результатов анализа.

Процесс изучения дисциплин направлен на формирование компетенций – ОПК-6, ПК-1.

ОПК 6 - способность применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой.

ПК – 1 - способность эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ.

## **Занятие 1. Нормирование качества компонентов окружающей среды. Нормативно-техническая документация**

Цель занятия – изучить понятие экологического нормирования природной среды. Изучить основные нормативные документы, регламентирующие требования по экологическому нормированию.

**Экологическое нормирование** - это процесс установления компетентными государственными органами показателей предельно допустимого воздействия человека на окружающую среду.

Предельно допустимые нормативы являются компромиссом между требованиями экологической безопасности и экономическими потребностями общества.

Нормативы делятся на (рисунок 1):

- санитарно-гигиенические (ПДК химических веществ, ПДВ радиации, нормативы санитарно-защитных зон, ПДУ физических воздействий, экологические и вспомогательные) и пр.

- экологические (нормативы выбросов (ПДВ) и сбросов (ПДС), нормативы шума и вибрации, нормативы биологических загрязнений, строительные, градостроительные правила (ГРОСО), экологические требования к продукции и пр.

- вспомогательные (нормативы терминологии, организационные нормативы, правовые нормативы).

Правовое значение нормативов состоит в том, что они являются критерием оценки правомерности поведения природопользователей, определяют степень эффективности выполнения эколого-правовых требований.

Правовую основу экологического нормирования составляют: Глава 5 ФЗ «Об охране окружающей среды»; ст. 13 ЗК РФ; ст. 35 ВК РФ; ст. 11 и 12 ФЗ «Об охране атмосферного воздуха»; ст. 87 ЛК РФ; ст. 18 ФЗ «Об отходах производства и потребления»; ст. 17 ФЗ «О животном мире» и др.





Рис. 1. Экологические нормативы в системе нормирования качества окружающей природной среды

Некоторые специальные требования по экологическому нормированию применительно к регулированию охраны и использования отдельных природных ресурсов установлены в актах природоресурсного законодательства: Земельном кодексе РФ (ч. 5 ст. 13), Водном кодексе РФ (ст. 35), Федеральном законе "Об исключительной экономической зоне Российской Федерации" (ст. 30), Федеральном законе "Об охране атмосферного воздуха" (ст. ст. 11, 12), Лесном кодексе РФ (ст. 87), Федеральном законе "О животном мире" (ст. 17), Федеральном законе "О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов" (ст. 47), Федеральном законе "Об отходах производства и потребления" (ст. 18). Федеральным законом "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" определяются требования к санитарно-гигиеническому нормированию в области охраны среды обитания.

Нормирование в области охраны окружающей среды осуществляется в целях гарантирующего сохранения благоприятной окружающей среды и обеспечение экологической безопасности государственного регулирования хозяйственной и (или) иной деятельности для предотвращения и (или) снижения ее негативного воздействия на окружающую среду.

Нормирование в области охраны окружающей среды заключается в установлении нормативов качества окружающей

среды, нормативов допустимого воздействия на окружающую среду при осуществлении хозяйственной и (или) иной деятельности.

Разработка нормативов в области охраны окружающей среды включает в себя:

- проведение научно-исследовательских работ для обоснования нормативов в области охраны окружающей среды;
- установление оснований для разработки или пересмотра нормативов в области охраны окружающей среды;
- утверждение и опубликование нормативов в области охраны окружающей среды в установленном порядке;
- оценку и прогнозирование экологических, социальных, экономических последствий применения нормативов в области охраны окружающей среды.

Нормирование осуществляется применительно к отдельным природным объектам и видам негативных воздействий, в соответствии со ст. 20 ФЗ «Об охране окружающей среды», разработка нормативов включает:

1. Проведение научно-исследовательских работ по обоснованию норматива;
2. Экспертиза и опубликование нормативов;
3. Установление оснований для разработки или пересмотра норматива;
4. Контроль за применением и соблюдением нормативов в области охраны окружающей среды.

В науке экологического права традиционно считается, что в основе нормативов лежат три показателя:

- а) Медицинский. На основании данного показателя разрабатываются санитарно-гигиенические нормативы;
- б) Технологический;
- в) Научно-технический.

Экологическая стандартизация - это деятельность по установлению экологических правил и требований в целях их добровольного многократного использования, направленные на достижение упорядоченности в сферах производства и обращения продукции и повышения их качества по критерию экологической безопасности.

В соответствии с ФЗ «О техническом регулировании», стандартизация осуществляется в целях:

1. Повышения уровня безопасности жизни и здоровья граждан, имущества, экологической безопасности, безопасности жизни животных и растений;
2. Повышение уровня безопасности промышленных объектов;
3. Обеспечение научно-технического прогресса;
4. Рациональное использование природных ресурсов;
5. Повышение конкурентоспособности продукции, работ и услуг.

Принципы экологической стандартизации:

1. Добровольность применения стандартов;
2. Учет законных интересов третьих лиц;
3. Применение международных стандартов как основы для разработки национальных, непротиворечие стандартов техническим регламентам;

4. Единообразное применение стандартов;

В систему экологических стандартов входят:

1. Национальные стандарты;
2. Общероссийский классификатор технико-экономической и социальной информации.

*Разграничение экологических нормативов, экологических стандартов и экологических лимитов. Экологический норматив – это показатель качества, который характеризует природные ресурсы или объект после того, как на него воздействовала хозяйственная деятельность. Экологический лимит – это показатель количества – сколько можно изъять из окружающей среды или вредных веществ в ней разместить, чтобы качественные характеристики природного объекта отвечали требованиям экологической безопасности. Экологический стандарт – это показатель, который характеризует саму деятельность, чтобы она была безопасной для окружающей среды.*

В соответствии с Федеральным законом «Об охране окружающей среды» нормативы качества окружающей среды устанавливаются для оценки состояния окружающей среды в целях обеспечения благоприятных условий жизнедеятельности

людей, рационального использования природных ресурсов, сохранения естественных экологических систем, генетического фонда растений, животных и других организмов. Федеральным законом от 21 июля 2014 года №219-ФЗ в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» были внесены изменения, в соответствии с которыми порядок разработки, установления и пересмотра нормативов качества окружающей среды утверждается Правительством России. Эта норма вступила в силу 1 января 2019 года.

Нормативы качества окружающей среды представляют собой критерии для оценки ее состояния по химическим, физическим, биологическим параметрам. Нормативы качества окружающей среды являются формализованными признаками благоприятной окружающей среды, право на которую гарантировано в ст. 42 Конституции РФ.

Согласно п. 1 ст. 21 Закона об охране окружающей среды целями установления нормативов качества окружающей среды являются: оценка состояния окружающей среды, сохранение естественных экологических систем, генетического фонда растений, животных, и иных организмов.

Нормативы качества окружающей среды устанавливаются в форме нормативов предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в окружающей среде, а также нормативов предельно допустимых уровней (ПДУ) вредных физических воздействий на окружающую среду.

ПДК и ПДУ как элементы состояния окружающей среды формируются при суммарном воздействии на нее определенной совокупности антропогенных (созданных человеком) объектов. Например, на территории населенного пункта функционируют несколько фабрик. В результате их суммарных выбросов концентрация, к примеру, химических веществ в атмосферном воздухе не должна превышать установленных пределов. ПДК и ПДУ содержатся в санитарных правилах и нормах (СанПиН), санитарных правилах (СИ), гигиенических нормативах, в технических регламентах.

Допустимые химические и биологические показатели состояния окружающей среды устанавливаются в виде ПДК

вредных веществ. ПДК вредных химических веществ, а также вредных микроорганизмов и иных биологических веществ представляет собой норму нахождения какого-либо вещества в определенном компоненте окружающей среды (атмосферном воздухе, воде, почве).

Разработанные и утвержденные в установленном порядке нормативы выступают в качестве стандартов. Основным правовым документом является Закон РФ «Об охране окружающей природной среды», которым установлены нижеследующие нормативы.

- Нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ, а также вредных микроорганизмов и других биологических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, воды, почвы.

- Нормативы предельно допустимых выбросов и сбросов вредных веществ, а также вредных микроорганизмов и других биологических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, воды, почвы. Предельно допустимый выброс вредных веществ в атмосферу (ПДВ) устанавливают для каждого источника её загрязнения при условии, что выбросы вредных веществ от него и от совокупности других источников города или других населенных пунктов, с учетом перспективы развития промышленных предприятий и рассеивания вредных веществ в атмосфере, не создадут приземную концентрацию загрязнителей, превышающую ПДК для населения, растительного и животного мира. Они устанавливаются с учетом производственных мощностей объекта, данных о наличии мутагенного эффекта и иных вредных последствий по каждому источнику загрязнения согласно действующим нормативам ПДК вредных веществ. Если в воздухе городов и других населенных пунктов концентрация вредных веществ превышает ПДК, а значение ПДВ, по причинам объективного характера, в настоящее время не может быть достигнуто, вводятся поэтапные снижения выбросов. Таким образом на каждом этапе для обеспечения величин ПДВ устанавливают временно согласованные выбросы вредных веществ (ВСВ) на уровне выбросов предприятий с наилучшей технологией производства, аналогичных по мощности и

технологическим процессам (ГОСТ 17.2.3.02-78). Аналогичным образом разрабатываются нормативы по предельно допустимым сбросам (ПДС) и временно согласованным сбросам (ВСС) в водные объекты.

- Нормативы предельно допустимых уровней (ПДУ) шума, вибрации, полей или иных вредных физических воздействий. Они устанавливаются на уровне, обеспечивающем сохранение здоровья и трудоспособности людей, охрану растительного и животного мира, благоприятную для жизни окружающую природную среду.

- Нормативы предельно допустимого уровня безопасного содержания радиоактивных веществ в окружающей природной среде и продуктах питания, предельно допустимого уровня радиационного облучения населения. Данные нормативы устанавливаются в величинах, не представляющих опасности для здоровья и генетического фонда человека.

- Предельно допустимые нормы применения минеральных удобрений, средств защиты растений, стимуляторов роста и других агрохимикатов в сельском хозяйстве. Указанные нормы устанавливаются в дозах, обеспечивающих соблюдение нормативов предельно допустимых остаточных количеств химических веществ в продуктах питания, охрану здоровья, сохранение генетического фонда человека, растительного и животного мира.

- Нормативы предельно допустимых остаточных количеств химических веществ в продуктах питания. Они устанавливаются путем определения минимально допустимой дозы, безвредной для здоровья человека по каждому используемому химическому веществу и при их суммарном воздействии.

- Экологические требования к продукции. Они устанавливаются для предупреждения вреда окружающей природной среде, здоровью и генетическому фонду человека. Данные требования должны обеспечить соблюдение нормативов предельно допустимых воздействий на окружающую природную среду в процессе производства, хранения, транспортировки и использования продукции.

- Предельно допустимые нормы нагрузки на окружающую природную среду. Они устанавливаются с целью обеспечения

наиболее благоприятных условий жизни населения, недопущения разрушения естественных экологических систем и необратимых изменений в окружающей природной среде.

- Нормативы санитарных и защитных зон. Они устанавливаются для охраны водоемов и иных источников водоснабжения, курортных, лечебно-оздоровительных зон, населенных пунктов и других территорий от загрязнения и других воздействий.

Особенность установления нормативов ПДК для почв состоит в том, что почвы, во-первых, способны накапливать значимое количество загрязняющих веществ (эмиссия в почвы), а во-вторых, накопленные в почве ингредиенты действуют на человека косвенным путем через контактирующие с почвой природные среды (эмиссия из почвы) путем жизнедеятельности почвенных организмов, прямого испарения с водой, диффузии, ветровой эрозии и т.д. Поэтому при определении величины допустимого содержания загрязняющего вещества в почве используются, наряду с показателем его влияния на почвенный микробиоценоз и процесс самоочищения почвы (общесанитарный показатель), еще три специфических показателя:

- транслокационный (миграция химических веществ из почвы в растения);

- миграционный воздушный (миграция химических веществ из почвы в атмосферный воздух);

- миграционный водный (миграция химических веществ из почвы в грунтовые воды).

Нормативы ПДК загрязняющих веществ в почве устанавливаются с учетом лимитирующего показателя их вредности. На первом месте по важности нормирования стоят пестициды и их метаболиты, затем нефтепродукты, сернистые вещества и т.д. При выборе индикаторных растений для обоснования нормативов ПДК в почве предпочтение отдается растениям, представленным в пищевом рационе населения.

Система нормативов ПДК для вод включает три группы показателей, установленных для хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного водопользования. Каждый водопользователь предъявляет свои требования к

качеству воды, исходит из своих интересов и технических возможностей. В практике рыбохозяйственного нормирования, так же как и при гигиеническом нормировании, были приняты следующие показатели вредности:

- санитарный, заключающийся в нарушении исторически сложившихся в водоеме экологических условий;
- токсикологический, отражающий прямую токсичность вещества для водных организмов;
- санитарно-токсикологический;
- органолептический;
- рыбохозяйственный, заключающийся в порче товарных качеств рыбы и других промысловых гидробиот.

Третью группу так называемых «экологических» норм составляют требования к процессу организации и ведения хозяйственной деятельности с целью недопущения нерегулируемого воздействия на окружающую среду. Этими нормами обуславливаются все стадии подготовки обосновывающей документации о развитии хозяйственной деятельности — природопользования, эксплуатации предприятия, а также организации контроля за его эксплуатацией. Группа процедурных норм (ПН) представлена следующими их видами и правилами:

- технические нормы;
- градостроительные нормы;
- рекреационные нормы;
- организационные нормы;
- распорядительные нормы;
- терминологические нормы.

#### Задание 1

Изучите какими нормативными документами руководствуются при проведении экологического нормирования окружающей среды. В виде таблицы сделайте записи в рабочей тетради. В таблице должна быть представлена следующая информация: наименование нормативного документа, дата введения, основные пункты, касающиеся нормирования качества окружающей среды.



## Задание 2

Рассмотрите и сделайте записи в рабочей тетради какими нормативными документами следует руководствоваться при проведении научных разработок, касающихся нормирования уровня загрязнения различных объектов окружающей среды (по группам – почвенные объекты, водные объекты и воздушные объекты).

### Контрольные вопросы

1. Назовите основные документы нормирующие уровень загрязнения окружающей среды?
2. Дайте определение понятию «экологическое нормирование»?
3. Перечислите основные принципы экологической стандартизации?
4. Что включает в себя понятие разработка экологических нормативов?

**Занятие 2. Изучение средств индивидуальной защиты применяемых в лаборатории. Правила безопасности при работе с концентрированными кислотами и щелочами. Правила работы с лабораторным оборудованием и приборами. Классификация химической посуды, основные правила работы с ней**

Цель занятия – изучить классификацию средств индивидуальной защиты, используемых в лаборатории при проведении лабораторных исследований в соответствии с требованиями техники безопасности. Изучить классификацию лабораторной посуды. Изучить и описать химические реактивы и их классификацию. Изучить устройство и принцип работы нагревательных приборов.

Средства индивидуальной защиты подразделяются на три группы:

- Специальная одежда и специальная обувь;
- Технические средства;

- Смывающие и обезвреживающие средства.

Специальная одежда и специальная обувь предназначены для защиты работающих от загрязнений, механического травмирования, избыточного тепла и холода, агрессивных жидкостей (комбинезоны, халаты, костюмы, сапоги, ботинки, валенки, косынки, кепи).

Технические средства индивидуальной защиты предназначены для защиты органов дыхания (маски, респираторы, противогазы), слуха (беруши, наушники, антифоны), зрения (очки, щитки, маски) от вибрации (виброзащитные рукавицы), от поражения электрическим током (диэлектрические перчатки, галоши, коврики), от механического травмирования (каска, страховочные пояса, рукавицы, перчатки) и других опасных и вредных факторов.

Смывающие и обезвреживающие средства предназначены для защиты кожи рук и лица от химических веществ и загрязнений (пасты, мази, моющие средства).

Классификация СИЗ по назначению в зависимости от защитных свойств

Классификация СИЗ по назначению в зависимости от защитных свойств приведена в приложении N 2 к Техническому регламенту Таможенного союза «О безопасности средств индивидуальной защиты» (ТР ТС 019/2011), утвержденному решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 и вступившему в силу с 1 июня 2012 года. Данная классификация включает в себя группы и подгруппы средств индивидуальной защиты.

1. Первая группа защиты – от механических воздействий, от общих производственных загрязнений, от пыли и растворов нетоксичных веществ, от нетоксичной пыли, от скольжения по поверхностям. В нее включены подгруппы защиты от истирания, от проколов и порезов, от вибрации, от шума, от ударов в разные части тела, от возможного захвата движущимися частями, от-падения с высоты и средства спасения с высоты, от растворов поверхностно-активных веществ, водонепроницаемая, водоупорная, от пыли стекловолокна, асбеста, дисперсной пыли, загрязненным жирами и маслами, обледененным.

2. Вторая группа защиты – от химических факторов (токсичных веществ, растворов кислот, щелочей, органических растворителей, в том числе лаков и красок на их основе, нефти, нефтепродуктов, масел и жиров). В нее входят подгруппы защиты от твердых токсичных веществ, от разных концентраций кислот и щелочей, от органических растворителей, ароматических веществ, неароматических веществ, хлорированных углеводородов, сырой нефти, продуктов легкой фракции, нефтяных масел и продуктов тяжелых фракций, растительных и животных масел и жиров.

3. Третья группа защиты – от биологических факторов. В нее входят подгруппы защиты от микроорганизмов, насекомых и паукообразных.

4. Четвертая группа защиты – от радиационных факторов. В нее входят подгруппы защиты от радиоактивных загрязнений, от ионизирующих излучений.

5. Пятая группа защиты – от повышенных (пониженных) температур, искр и брызг расплавленного металла. Включает подгруппы защиты обусловленных климатом, от теплового излучения, открытого пламени, искр, брызг и выплесков расплавленного металла, окалины, от контакта с нагретыми поверхностями свыше  $45^{\circ}\text{C}$ , от  $40$  до  $100^{\circ}\text{C}$ , от  $100$  до  $400^{\circ}\text{C}$ , выше  $400^{\circ}\text{C}$ , от конвективной теплоты, от пониженных температур воздуха и ветра до  $-20^{\circ}\text{C}$ , до  $-30^{\circ}\text{C}$ , до  $-40^{\circ}\text{C}$ , до  $-50^{\circ}\text{C}$ , от контакта с охлажденными поверхностями;

6. Шестая группа защиты – от термических рисков электрической дуги, неионизирующих излучений, поражений электротоком, воздействия статического электричества. К ней относятся подгруппы защиты от электротока напряжением до  $1000\text{ В}$ , свыше  $1000\text{ В}$ , электрических полей, электромагнитных полей.

7. Седьмая группа защиты – состоит из одежды специальной сигнальной повышенной видимости.

8. Восьмая группа защиты – включает комплексные средства индивидуальной защиты.

9. Девятая группа защиты – средства индивидуальной защиты дерматологические. В нее входят подгруппы защиты средств гидрофильного, гидрофобного, комбинированного действия, от воздействия низких температур, высоких температур, ветра,

ультрафиолетового излучения диапазонов А, В, С, насекомых, микроорганизмов, очищающие, регенерирующие, восстанавливающие средства.

К работе с кислотами, щелочами и другими едкими веществами допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие инструктаж по охране труда.

Студент или лаборант должен соблюдать:

- правила внутреннего распорядка;
- должностную инструкцию;
- инструкцию по охране труда и пожарной безопасности;
- правила личной гигиены.

Студент или лаборант должен быть обеспечен спецодеждой и другими средствами индивидуальной защиты и правильно их использовать. При работе с едкими веществами помимо рабочего костюма должны применяться резиновые перчатки, резиновая обувь, прорезиненный фартук, респиратор с противокислотным патроном, защитные очки. Срок службы вышеуказанных средств индивидуальной защиты (СИЗ) устанавливается до их износа. Запрещается работать с едкими веществами в поврежденной спецодежде или при ее отсутствии.

Работник обязан уметь оказать первую помощь при несчастном случае, в первую очередь – промыть пораженное место 1 %-ным раствором питьевой соды (при обливе кислотой) или 1%-ным раствором лимонной кислоты (при контакте со щелочью), а затем – большим количеством воды. Вышеуказанные растворы в количестве по 1 л должны входить в состав медицинской аптечки на складе.

При подъеме и перемещении емкостей с едкими веществами предельно допустимые нагрузки для женщин не более 10 кг, для мужчин – не более 50 кг на одного работника.

О каждом несчастном случае, произошедшем на производстве, начальник склада извещает директора предприятия. Начальник склада обязан:

- немедленно организовать первую помощь пострадавшему и при необходимости доставку его в учреждение здравоохранения;
- принять неотложные меры по предотвращению развития аварийной ситуации и воздействия травмирующего фактора на

других лиц.

Лица, допустившие невыполнение или нарушение инструкции по охране труда, подвергаются дисциплинарному взысканию и внеплановому инструктажу.

Данная инструкция в части соблюдения мер безопасности также подходит для работы практически со всеми химическими веществами, кроме особо отмеченных случаев, которые описываются дополнительно.

Требования безопасности перед началом работы

Перед началом работы необходимо проверить исправность средств индивидуальной защиты (СИЗ) и надеть их.

Необходимо проверить исправность работы вентиляции и освещенность рабочего места.

Проверить наличие этикеток на канистрах, бутылках, барабанах и их целостность.

Требования безопасности во время работы

Концентрированные кислоты должны храниться и фасоваться в стеклянную тару (кроме плавиковой кислоты, которая фасуется в пластиковые бутылки). Наполнение сосудов и переливание следует проводить сифоном или на фасовочном оборудовании. Щелочи фасуются только сухим пластмассовым совком.

При разбавлении крепких кислот следует кислоту наливать в воду, а не наоборот.

Бутыли с кислотами, барабаны и мешки со щелочами следует переносить вдвоем в специальных обрешетках или перевозить на специальной тележке.

При работе с едкими веществами и их растворами запрещается засасывать жидкость ртом через пипетку.

Растворы для нейтрализации кислот и щелочей должны быть приготовлены заранее и находиться на полке рядом с рабочим местом в течение всей продолжительности работы. Также должны быть приготовлены песок для засыпания разливов кислоты и емкость с водой.

Категорически запрещается хранить кислоты и щелочи совместно с легковоспламеняющимися жидкостями (ЛВЖ) и с огнеопасными веществами (окислителями). Серная и азотная кислоты не должны соприкасаться с опилками, соломой.

### Требования безопасности в аварийных ситуациях

О любой аварийной ситуации немедленно сообщить начальнику склада и руководителю предприятия.

Если пролита щелочь, то ее надо засыпать песком или опилками, затем удалить их совком и метелкой и залить загрязненное место 1% -ным раствором уксусной кислоты, а затем – большим количеством воды. Если пролита кислота, ее засыпают песком (ни в коем случае не опилками!), затем удаляют пропитанный песок лопатами и засыпают загрязненное место кальцинированной содой.

При попадании на кожу и в глаза щелочи или кислоты действовать в соответствии с пунктом

При пожаре действовать по инструкции по пожарной безопасности.

### Требования безопасности по окончании работы

Проверить и привести в порядок рабочее место. Запрещается оставлять невымытым фасовочное оборудование. Остатки кислот и щелочей после фасовки необходимо отнести в места постоянного хранения с обязательным указанием на этикетке остатка массы. Рекомендуется расфасовывать тарное место полностью, бутыл (канистру) сразу вымыть.

Спецодежду после работы с кислотами необходимо проветрить, резиновые СИЗ промыть водой и высушить.

Тщательно вымыть руки, в соответствующих случаях – вычистить зубы и прополоскать рот. Методика приготовления 1%-ных промывочных растворов для промывания глаз и кожных покровов. 10 граммов лимонной кислоты или соды кальцинированной растворить в 1 литре воды в фарфоровой кружке № 3. Перелить растворы в п/э банки БЦ-1000.

Сделать соответствующие этикетки на липкой бумаге.

Хранить растворы рядом с аптечкой, а во время фасовки – рядом с рабочим местом.

При работе с электрооборудованием и электроприборами необходимо соблюдать следующие правила:

1. Работа должна производиться с исправным электрооборудованием; неисправности может устранять только

специалист-электрик.

2. Нельзя переносить с места на место включенные в электросеть приборы, а также ремонтировать электрооборудование, находящееся под током.

3. В случае перерыва в подаче тока все электроприборы следует немедленно выключить.

4. Все провода от электроплиток и других электроприборов должны быть заключены в резиновые трубки.

5. В лабораторных помещениях, где проводятся работы с горючими и легковоспламеняющимися жидкостями, допускается применять электронагревательные приборы только с закрытым нагревателем.

### ***Классификация химической лабораторной посуды***

#### ***Лабораторная посуда общего назначения***

Посуда химическая лабораторная, изделия из стекла, кварца, фарфора, металлов и др. материалов применяются для препаративных и химико-аналитических работ. Лабораторная посуда устойчива к воздействию химических реагентов, легко отмывается от загрязнений, а материал её термоустойчив и обладает малым коэффициентом теплового расширения (рисунок 2).

#### ***Классификация посуды***

1. По изготовленному материалу:

- 1) стеклянная посуда;
- 2) фарфоровая и высокоогнеупорная (кварцевая) посуда;
- 3) пластиковая посуда.

2. По назначению она разделена на посуду общего назначения, мерную и специального применения.

К группе общего назначения относятся те предметы, которые всегда должны быть в лаборатории и без которых нельзя провести большинство работ.

*К немерной, или общего назначения, посуде* химической лабораторной относятся: пробирки, химические стаканы, воронки простые и делительные, кристаллизаторы, цилиндры, мензурки, колбы плоскодонные и конические Эрленмейера, пипетки, автоматические пипетки (дозаторы), бюретки, микробюретки, эксикаторы, склянки, хлоркальцевые трубки, дефлегматоры,

## ХОЛОДИЛЬНИКИ.



Рис.2. Лабораторная посуда общего назначения

1. Изделия, употребляемые с нагревом:

1) пробирки с рантом (5-25 мл),

2) стаканы химические (5-1000 мл),

3) колбы (10-1000 мл, плоскодонные, круглодонные, конические),

4) реторты с тубусом и без тубуса (до 3 л).

2. Употребляемые без нагрева изделия:

А) пробирки конические (из толстостенного стекла) для центрифугирования,

Б) воронки (для переливания и фильтрования жидкостей) обычные, аналитические, капельные воронки (от 25 мл и выше, цилиндрические, грушевидные и шарообразные),

В) цилиндры (от 10 мл до 500мл),

Г) мензурки (от 50 мл до 250 мл) без носика и с носиком,

Д) стаканы сахарные с носиком и без носика,

Е) пипетки для измерения объема жидкостей,

Ж) бюретки и микробюретки для титрования,

З) кристаллизаторы применяются для охлаждения растворов,

И) холодильники для охлаждения и конденсации паров и собирания конденсата (специальные и универсальные),

К) стеклянная палочка различной толщины и длины используется для перемешивания жидкостей,

Л) колбы плоскодонные, конические Эрленмейера,

М) чашки Петри, капельницы, промывалки, водоструйный насос и др.



*Мерная посуда* химическая лабораторная имеет точную градуировку, её нельзя нагревать. Мерная посуда, как и вся посуда химическая различается по ёмкости, диаметру и формам. К ней относятся:

1) пипетки градуированные лабораторные - для отбора жидкостей Мора (0,1-100 мл) и газов (от 100 мл и выше), пипетки типа Сали (0,02-0,04 мл), пипетки Пятницкого, микропипетки и автоматические пипетки (дозаторы);

2) бюретки (1-100 мл) - для титрования, измерения точных объёмов (различают микробюретки, бюретки объёмные, весовые, поршневые, газовые);

3) мерные колбы (10-2000 мл) - для отмеривания и хранения определённых объёмов жидкостей;

4) мерные мензурки (градуированы менее точно);

5) мерные цилиндры;

6) пробирки.

К группе посуды специального назначения относятся те предметы, которые употребляются для одной какой-то цели.

#### *Лабораторная посуда специального назначения*

из стекла – колба Бунзена, колба Вюрца, делительные воронки и Шотта, промывные склянки, склянка Тищенко, склянка Вульфа, хлор-кальциевые трубки, капельницы, чашки Петри, бюксы, пастеровские пипетки, промывалки, эксикаторы, дефлегматоры, холодильник Либиха, водоструйный насос;

из фарфора – фарфоровые чашки, фарфоровые тигли Гуча, ступки (фарфоровые, медные, агатовые), воронки Бюхнера (рисунок 3, 4).

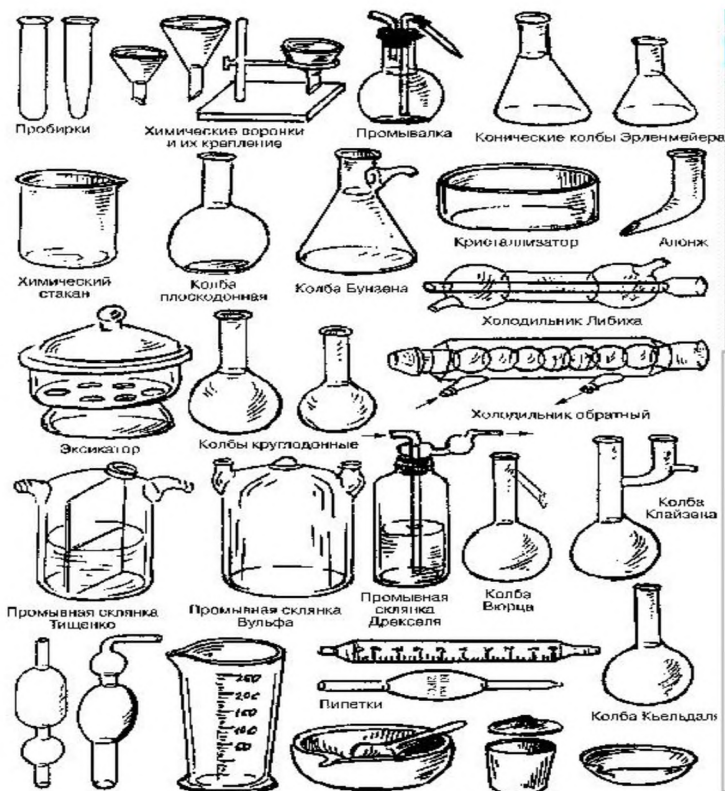


Рис.3. Посуда специального назначения

### Стеклянная посуда

- пробирка - это самая незаменимая посуда в лаборатории, изготавливается из стекла и полиэтилена, предназначена для проведения самых разных опытов;
- стеклянная палочка различной толщины и длины используется для перемешивания жидкостей;
- часовое стекло применяется для исследования твердых веществ, им накрывают стаканы при проведении синтезов;
- воронка используется для переливания жидкостей и для фильтрования;
- химический стакан различного объема предназначен для приготовления растворов и проведения реакций при комнатной

температуре или нагревании;

- колба плоскодонная применяется для приготовления и хранения растворов;
- колба круглодонная - для проведения синтезов;
- чашка Петри используется для высушивания различных веществ;
- кристаллизатор применяется для охлаждения растворов и при сборе газов;
- цилиндр - для собирания газов.



Рис.4. Воронка Бюхнера



Рис.5 Фильтр Шотта



Рис.6. Прямой холодильник



Рис.7. Обратный холодильник



Рис.8. Аллонж

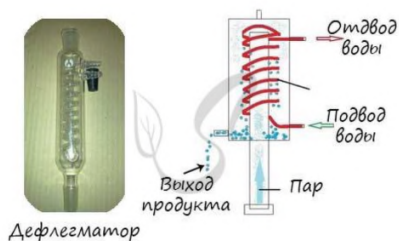


Рис.9 Дефлегматор

Из фарфоровой посуды чаще всего употребляются чашки для выпаривания разнообразной формы; обыкновенно их делают с носиками, чтобы удобнее было выливать из них жидкости. Чашки покрыты глазурью обыкновенно только с внутренней стороны и с краев. Они должны быть тонки, в особенности у дна, и равномерной толщины. Кроме чашек употребляются фарфоровые тигли для прокаливания с крышками; тонкость и равномерность стенок здесь еще более важны, чем для чашек, так как они должны выносить более значительные перемены температуры. Из фарфора делаются также ступки и пестики для растирания не особенно твердых веществ.

### ***Нагревательные приборы***

Спиртовые горелки обычно бывают стеклянные с притертым колпачком (рисунок 10). В них наливают денатурированный спирт и снабжают фитилем из некрученных ниток. Спиртовые горелки дают не очень горячее пламя. После окончания работы горелку закрывают колпачком, чтобы спирт не испарялся.

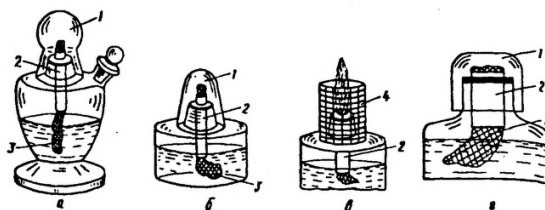


Рис.10. Спиртовые горелки: а) с боковым тубусом, б) с железной сеткой  
г) Виолетта

Газовые горелки. Наиболее часто применяют газовые горелки Бунзена и Теклю. Для того чтобы ознакомиться с устройством горелки Бунзена (рисунок 11), нужно отвинтить трубку, тогда обнаружится отверстие, через которое вытекает газ. Воздух в горелку поступает через отверстия в трубке и обойме. Поворачивая обойму, можно отверстие для воздуха либо закрыть, либо открыть в большей или меньшей степени, регулируя тем самым доступ воздуха.

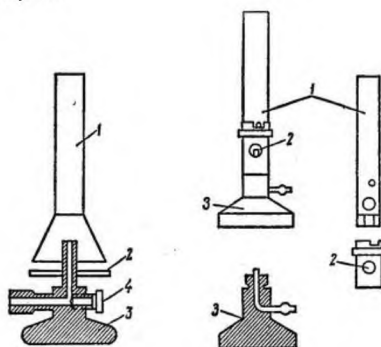


Рис. 11. Горелка Теклю и горелка Бунзена

Горелка Теклю с регулировочным диском (рисунок 11) - более совершенный прибор, так как в ней можно точнее регулировать не только доступ воздуха, но и приток газа.

Приток газа регулируют при помощи винта. Воздух в верхнюю трубку поступает через щель между конусообразно расширенным основанием трубки и диском, насаженным на винтовую нарезку. Поворачивая диск, можно изменять ширину щели и тем регулировать приток воздуха в горелку. Наибольшее количество теплоты выделяется при полном сгорании газа, когда образуется несветящееся пламя. При недостатке воздуха светильный газ сгорает не полностью, при этом выделяется углерод, раскаленные частички которого и обуславливают свечение пламени. При прекращении доступа воздуха в горелку пламя становится коптящим.

Зажигать газовую горелку нужно только через 1 - 2 с после пуска газа и при небольшом доступе воздуха. Затем следует

отрегулировать доступ воздуха так, чтобы пламя стало несветящимся. Если пускать газ в горелку при полном доступе воздуха и зажженную спичку поднести к горелке одновременно с пуском газа, то иногда наблюдается так называемый проскок пламени: газ воспламеняется непосредственно у отверстия, тогда как нормально он должен гореть при выходе из верхнего конца трубки, а не внутри ее.

В лабораторной практике иногда требуется более высокая температура, чем та, которую дают спиртовые или газовые горелки. В этом случае пользуются паяльными горелками. Паяльная горелка отличается от обычной газовой тем, что в нижней ее части имеются две трубки с кранами, по одной из которых подводится воздух, по другой подводится газ. При зажигании горелки открывают газовый кран трубки и поджигают газ, затем постепенно подают воздух. Путем регулировки поступления газа и воздуха получают пламя требуемой величины и температуры.

Бани. Для продолжительного нагревания в пределах температур 100-300 °С применяют бани: водяную, песчаную и др. Водяная баня представляет собой металлический сосуд, который закрывают несколькими концентрическими плоскими кольцами различного диаметра, налагающимися одно на другое (рисунок 12). При пользовании баней ее заполняют водой на 2/3 объема, ставят на треножник и нагревают воду до кипения. При этом надо следить, чтобы вода полностью не выкипала.



Рис.12. Водяная баня

Для получения более высоких температур в сосуд заливают вместо воды масло или концентрированный раствор какой-нибудь



соли (хлорида натрия, хлорида кальция и др.). Песчаная баня, также часто применяющаяся в лаборатории для медленного и постепенного нагревания, представляет собой металлическую чашу или сковородку, заполненную сухим чистым песком, прокаленным для удаления из него органических примесей. Нагревание песчаной бани проводят так же, как и водяной, пламенем газовой горелки.

Печи. Для получения температуры 600-1000°C применяется электрическая печь — муфельная (рисунок 13).



Рис.13. Муфельная печь

Муфельная печь состоит из четырехугольного каркаса, открытого с одной стороны, изготовленного из огнеупорной глины или другого огнеупорного материала. Каркас снаружи обмотан проволокой с высоким сопротивлением для нагревания и изолирован асбестом. Каркас заключен в металлическую оболочку с дверкой также из огнеупорного материала. С помощью особого регулировочного устройства печь может нагреваться в определенных интервалах температур. Подключают муфельную печь в осветительную сеть. Перед этим следует проверить, соответствует ли напряжение сети напряжению, указанному на подводящих клеммах печи.

Электрические плитки. В лабораториях, в которых нет газа, или в тех случаях, когда требуется нагревание, а пользоваться горелками нельзя (например, при перегонке воспламеняющихся легколетучих жидкостей) применяют электрические плитки. Электроплитки бывают различного размера, с открытой или закрытой спиралью. Плитки с закрытой спиралью удобны и безопасны при работе с легковоспламеняющимися и летучими

веществами. Они имеют поверх спирали пластинку — металлическую, асбестовую или талько-шамотную. Последние две устойчивее к действию химических реагентов.

Плитки с открытой спиралью применяют в тех случаях, когда нет опасности попадания на спираль нагреваемого вещества. Они удобны тем, что при перегорании спирали ее легко можно заменить.

Для нагревания круглодонной стеклянной посуды применяют колбонагреватели (рисунок 14). Они выше обычных плиток и имеют конусообразное углубление. Нагревательная спираль у колбонагревателей расположена по конусу керамики и почти полностью углублена в нее.



Рис.14. Колбонагреватели

### Задание 1

Изучите основные нормативные документы, регламентирующие содержание загрязняющих веществ в различных компонентах окружающей среды: вода, воздух, почва.

### Задание 2

Изучите классификацию химической посуды, используемой в лаборатории. В рабочей тетради запишите в виде схемы классификацию химических реактивов.

### Задание 3

Изучите виды нагревательного оборудования, используемого в лаборатории при проведении исследований. В рабочей тетради запишите какие правила необходимо соблюдать при работе с нагревательными приборами.



### **Контрольные вопросы**

1. Перечислите группы на которые классифицируется лабораторная посуда.
2. Назовите принцип классификации химических реактивов?
3. На какие группы можно разделить нагревательные приборы, используемые в лаборатории?
4. Опишите устройство газовых горелок Бунзена и Теклю. Чем их сходство и различие?
5. В химической лаборатории часто требуется использовать продолжительное нагревание. Какие приборы используются при этом?

### **Занятие 3. Освоение спектральных и электрохимических методов анализа**

Цель занятия – изучить и освоить спектральные и электрохимические методы анализа, применяемые в лабораторных исследованиях.

Спектральные методы анализа основаны на изучении спектров излучения, поглощения и рассеивания. К этой группе относятся:

1. Эмиссионный спектральный анализ, основанный на изучении эмиссионных спектров (спектров испускания или излучения) элементов анализируемого вещества; этот метод дает возможность определять элементарный состав вещества.
2. Абсорбционная спектроскопия, основанная на изучении спектров поглощения исследуемого вещества. Различают исследования в ультрафиолетовой, в видимой и в инфракрасной областях спектра.

Абсорбционный спектральный анализ включает:

- а) спектрофотометрический и б) колориметрический методы.

Спектрофотометрия основана на определении спектра поглощения или измерении светопоглощения при строго определенной длине волны, которая соответствует максимуму кривой поглощения данного исследуемого вещества.

Колориметрия основана на сравнении интенсивностей

окрасок исследуемого окрашенного раствора и стандартного окрашенного раствора строго определенной концентрации.

3. Анализ по спектрам комбинационного рассеяния света, основанный на явлении, открытом одновременно советскими физиками Г. С. Ландсбергом и Л. И. Мандельштамом и индийским физиком Ч. В. Раманом. Это явление, обусловливаемое молекулярной структурой исследуемого вещества, сопровождается изменением длины волны рассеиваемого данной средой света.

*По характеру получаемых результатов:*

1) качественный, когда в результате анализа определяется состав без указания на количественное соотношение компонентов или дается оценка — много, мало, очень мало, следы;

2) полуколичественный, или грубоколичественный, или приближенный. В этом случае результат выдается в виде оценки содержания компонентов в некоторых более или менее узких интервалах концентраций в зависимости от применяемого метода приближенной количественной оценки. Этот метод благодаря его быстрой нашел широкое применение при решении задач, не требующих точного количественного определения, например при сортировке металла, при оценке содержания геологических проб при поисках полезных ископаемых;

3) количественный, при котором выдается точное количественное содержание определяемых элементов или соединений в пробе.

Все эти типы анализа, за исключением качественных, используют упрощенные или точные методы фотометрирования спектров.

По способу регистрации спектров различаются следующие методы:

1. Визуальные при наблюдении спектров в видимой области с помощью простых или специализированных спектроскопов (стилоскоп, стилометр). В ультрафиолетовой области возможно наблюдение сравнительно ярких спектров с помощью флуоресцирующих экранов, раскладываемых вместо фотографической пластинки в кварцевых спектро-графах. Применение электронно-оптических преобразователей позволяет визуально наблюдать спектры в ультрафиолетовой и ближней

инфракрасной областях (до 12000Å).

2. Фотографические, использующие фотографическую пластинку или пленку для регистрации спектров с последующей обработкой.

3. Фотоэлектрические для ультрафиолетовой, видимой и ближней инфракрасной областей, использующие фотоэлементы разных типов» фотоумножители и фотосопротивления (инфракрасная область). Фотоэлектрические методы иногда называются методами прямого анализа, т. е. анализа без посредства фотографической пластинки.

4. Термоэлектрические для инфракрасной области, в том числе далекой, с использованием термоэлементов, болометров и других типов термоэлектрических приемников.

Электрохимические методы анализа основаны на зависимости между составом анализируемой системы и её электрохимическими свойствами: потенциалом, электрической проводимостью и др. в процессах, протекающих на поверхности электрода или в приэлектродном слое.

Для проведения любого рода электрохимических измерений используется электрохимическая ячейка – система, состоящая из электродов и электролитов, находящихся в контакте. Индикаторные электроды: металлические и мембранные (стеклянные и ионоселективные). Возникновение электродного потенциала на активных и инертных металлических электродах. Устройство и принцип действия стеклянного электрода, его водородная функция. Потенциал асимметрии. Интервал значений рН, в котором возможны правильные измерения с использованием стеклянного электрода: «кислая» и «щелочная» ошибки. Стеклянные электроды для определения концентрации катионов металлов. Избирательная зависимость потенциала ионоселективного электрода от концентрации определяемого иона: уравнение Никольского, коэффициент селективности. Ионоселективные электроды с твердыми, жидкими и пленочными мембранами. Хлоридсеребряный электрод сравнения. Газочувствительные и биоспецифичные электроды.

Электрохимические методы классифицируют в зависимости от типа явлений, имеющих место в процессе анализа. Методы с

наложением постороннего потенциала, основанные на измерении: а) электрической проводимости растворов – кондуктометрия; б) количества электричества, прошедшего через раствор – кулонометрия; в) зависимости величины тока от приложенного потенциала – вольтамперометрия. Группа методов, называемых потенциометрическими, представлена методами без наложения постороннего потенциала.

В методах с наложением постороннего потенциала на электродах электрохимической ячейки происходит электролиз – окисление или восстановление вещества.

### *Классификация электрохимических методов анализа*

1 – прямая, 2 – косвенная, 3 – кондуктометрическое титрование, 4 – классическая полярография, 5 – исследование поляризационных кривых, 6 – амперометрическое титрование, 7 – потенциостатическая, 8 – гальваностатическая, 9 – редоксометрия, 10 – монометрия, 11 – рН-метрия, 12 – катионметрия, 13 – анионметрия, 14 – потенциометрическое титрование, 15 – прямое, 16 – дифференциальное.

В основе потенциометрических измерений лежит зависимость равновесного потенциала электрода от активности (концентрации) определяемого иона.

Система, состоящая из индикаторного электрода и электрода сравнения, погруженных в раствор электролита, называется электрохимической ячейкой. Индикаторные электроды – электроды, потенциал которых зависит от активности (концентрации) определяемых ионов в растворе. Электродом сравнения называют электроды, потенциал которых является постоянным при проведении измерений и не зависит от концентрации определяемых ионов.

Результаты определений методом потенциометрического титрования более точны, чем при использовании прямой потенциометрии, так как в этом случае вблизи точки эквивалентности небольшому изменению концентрации соответствует большое изменение потенциала индикаторного электрода. В ходе титрования измеряют и записывают ЭДС ячейки после прибавления каждой порции титранта.

Кондуктометрический метод анализа – это метод, основанный

на определении содержания вещества в пробе по величине ее электрической проводимости. Среди кондуктометрических методов различают прямую кондуктометрию и кондуктометрическое титрование. Прямой кондуктометрический метод анализа основан на зависимости электрической проводимости раствора вещества от его концентрации.

Поскольку удельная электрическая проводимость разбавленных растворов пропорциональна концентрации электролита, можно, измеряя электропроводность, определить концентрацию.

Несмотря на высокую точность и простоту проведения определений, прямой кондуктометрический метод анализа не нашел широкого применения в практике аналитических лабораторий. Это связано с тем, что метод не является специфичным, так как измеряемая электропроводность является суммой электропроводностей всех ионов, присутствующих в растворе. Поэтому даже малейшие примеси значительно изменяют значение электропроводности и искажают результаты анализа. Однако этот метод используют для целей автоматизации контроля в различных непрерывных химических производствах. Кроме того, кондуктометрия дает высокие результаты при анализе бинарных систем.

Кондуктометрическое титрование, в отличие от обычного, не требует применения индикаторов и может быть проведено в окрашенных, а также в очень разбавленных растворах. В процессе титрования за ходом реакции следят, измеряя электропроводность титруемого раствора после каждого нового прибавления титрующего реагента. Конец титрования совпадает с перегибом на кривой «электропроводность – объем добавленного титранта».

Вольтамперометрическими называют методы анализа, основанные на регистрации и изучении зависимости тока, протекающего через электролитическую ячейку, от внешнего наложенного напряжения.

### Задание 1

Изучите классификацию спектральных и электрохимических методов анализа. В рабочих тетрадях выполните записи в виде схем.

## Задание 2

В рабочих тетрадях запишите основные направления в которых применяются спектральный и электрохимический методы анализа.

### Контрольные вопросы

1. На какие группы делятся электрохимические методы анализа?
2. Назовите основные группы, на которые подразделяются спектральные методы исследований?
3. Назовите в каких научных направлениях могут использоваться спектральные и электрохимические методы исследований?
4. Назовите на каком принципе основываются спектральные и электрохимические методы анализа.

**Занятие 4. Освоение методики отбора проб различных видов образцов. Освоение правил регистрации проб, обработки результатов и оформления протокола результата**

Цель занятия – изучить и освоить требования по отбору проб различных видов образцов, предназначенных для проведения лабораторных исследований. Рассмотреть правила упаковки и маркировки образцов, направленных на исследования. Изучить и освоить правила регистрации проб и рассмотреть основные принципы оформления «идеального» протокола.

Отбор образцов (проб) для проведения исследований (испытаний) и измерений является важной операцией, направленной на обеспечение достоверности и обоснованности результатов лабораторных испытаний.

Отбор образцов (проб) производится в соответствии с требованиями, устанавливающими методы отбора и испытаний, в количестве, необходимом для проведения исследований (испытаний) и измерений.

Для каждого объекта исследования существуют свои правила отбора проб и образцов, которые прописаны в регламентирующих

документах. В России разработаны методики и условия отбора проб воздуха, почвы, воды, отходов, илов и т.д. Существуют также международные стандарты отбора образцов.

Различаются и условия отбора проб для разных видов анализов. Например, отбор проб для микробиологического анализа подразумевает, что в образце должны содержаться только те микроорганизмы, которые присутствуют в исследуемой среде, чтобы они сохранились до начала самого анализа и чтобы в пробу не попали никакие другие микроорганизмы. А условия отбора проб для химического анализа должны быть такими, чтобы в образец не попали никакие посторонние вещества и чтобы содержащиеся в нем химические элементы оставались в сохранности и не вступили ни в какие химические реакции.

Общие принципы отбора проб таковы

- 1) проба должна отражать место отбора;
- 2) проба должна отражать условия её отбора;
- 3) проба должна быть сохранена и доставлена в лабораторию при таких условиях, чтобы состав исследуемых компонентов и свойства анализируемого образца оставались неизменными;
- 4) проба должна отбираться в том объеме, который соответствует методике исследования и достаточен для проведения анализа.

Подготовка к отбору проб

Правильному отбору образцов предшествуют следующие подготовительные процедуры:

- изучение нормативных и других документов, которые описывают отбор проб для данного исследования;
- выбор способа отбора проб (ручной, с помощью пробоотборника или автоматический);
- подготовка оборудования для отбора проб;
- подготовка тары, в которую будут собраны образцы;
- определение способа хранения проб (их можно отфильтровать, охладить, законсервировать);
- подготовка к ведению специальных записей о процедуре отбора проб (нужен акт отбора проб).

Порядок отбора проб для лабораторных исследований

Визуально определяют внешний вид упаковочных единиц

продукции, попавших в выборку, и подразделяют их на:

- нормальные по внешнему виду, при осмотре которых не обнаружено отклонений, вызванных физическими, химическими факторами или развитием микроорганизмов;

- подозрительные по внешнему виду, при осмотре которых обнаружены одно или несколько отклонений, которые могли возникнуть как вследствие физического воздействия, микробной порчи, так и вследствие химических и биохимических реакций в продукции;

- испорченные продукты, при осмотре которых обнаружены явные дефекты упаковочных единиц и (или) продукта (бомбаж, хлопуши, брожение, плесневение, гниение, ослизнение, прокисание и др.).

### *Документирование отбора проб*

По результату отбора образцов для исследования составляется акт отбора проб. Этот акт должен содержать следующую информацию:

- 1) дата отбора;
- 2) наименование образца;
- 3) наименование предприятия-заявителя, его юридический адрес;
- 4) место отбора;
- 5) цель отбора;
- 6) условия отбора проб;
- 7) время отбора;
- 8) метод отбора;
- 9) условия транспортировки пробы;
- 10) условия консервации пробы, если таковая проводилась;
- 11) нормативный документ, регламентирующий отбор проб;
- 12) средства измерений, используемых при отборе проб;
- 13) ответственный за отбор проб;
- 14) лицо, которое присутствовало при отборе пробы;
- 15) отметка о передаче пробы в испытательную лабораторию.

Упаковка, хранение и пересылка лабораторных и контрольных проб

Лабораторная и контрольная пробы должны храниться так, чтобы не изменить измеряемую характеристику, то есть в чистом



инертном, а в случае определения микробного загрязнения пастеризованной, стерилизованной продукции стерильном контейнере (упаковке), создающем достаточную защиту от внешних загрязнений и повреждений в процессе транспортировки и хранения.

Материал упаковки, контактирующей с образцом продукции, должен быть водо- и жиростойким, нерастворимым и неабсорбирующим, не должен изменять химический состав продукта, придавать ему какой-либо вкус или запах.

Контейнер с пробой необходимо запечатать таким способом, чтобы несанкционированное вскрытие легко определялось (упаковать в сейф-пакет, опломбировать, опечатать) (рисунок 15, 16).



Рис.15. Сейф-пакет для транспортировки биоматериала



Рис. 16. Сейф-пакет для транспортировки лабораторных проб

Пробы должны быть точно идентифицированы. Поэтому каждую пробу, сразу после отбора, упаковывают и маркируют (снабжают этикеткой) или наносят её на сейф-пакет. При маркировке указывают шифр пробы, наименование продукции, даты отбора проб, номер и дату акта отбора проб.

На этикетку может быть нанесена также информация об основаниях для отбора проб и проведения исследований или

перечень необходимых исследований, а также место отбора проб, если оно не указывает на происхождение продукции.

На этикетку с контрольной пробой дополнительно наносят надпись "Контрольная проба".

Пробы в потребительской таре (коробки, банки, плитки, пачки и др.), сохраняя оригинальную упаковку, завертывают в плотную светонепроницаемую упаковку (сейф-пакет) и направляют в лабораторию. При необходимости и по возможности с потребительской тары убирают информацию (снимают этикетку, стирают) о производителе продукции.

Пробы должны быть доставлены в лабораторию максимально быстро, с соблюдением мер против протекания, высушивания, повреждения проб (например, пробы скоропортящихся продуктов охлаждают или замораживают, пробы, требующие особых условий хранения (при пониженных температурах), помещают в сумку-холодильник или обкладывают сухим льдом).

Время доставки проб, отобранных в целях государственного ветеринарного лабораторного контроля и надзора, не должно превышать для скоропортящихся продуктов 24 часа, а для прочих - 36 часов с момента отбора проб, если иное не установлено действующими нормативными документами.

### ***Правила упаковки и транспортировки проб***

Жидкие пробы (молоко, вода и др.) помещают в сухую чистую, в необходимых случаях стерильную, стеклянную или полиэтиленовую посуду (банки или бутылки с навинчивающимися пробками), опломбируют или упаковывают в сейф-пакет и маркируют.

Пробы объёмных кормов (сено, солома, корнеклубнеплоды и др.) и сыпучих кормов (зерно, комбикорм, мясокостная мука и т.п.) помещают в сейф-пакеты, двухслойные полиэтиленовые или бумажные мешки, завязывают, опломбируют и маркируют.

Пробы мяса с внутренними органами, взятые от одного животного, а также каждую пробу продукции упаковывают отдельно в полиэтиленовые герметичные, в необходимых случаях стерильные, пакеты и затем в сейф-пакеты. Каждый опечатанный образец идентифицируют.

Способ идентификации образцов должен исключать

возможность изменения данных о пробе. Этикетка может быть упакована вместе с пробой. На все отправляемые в лабораторию пробы составляется сопроводительное письмо с описью направляемых проб. В сопроводительном письме указывают: куда (в какую организацию) направляют пробы, их количество, наименование образцов продукции, вид их упаковки, цель исследования, даты отбора проб и дату направления в лабораторию, а также количество листов в описи проб. Опись проб должна содержать шифр каждой пробы и полную информацию о пробе, изложенную в акте отбора проб, за исключением информации, позволяющей установить владельца и (или) производителя продукции.

Остатки проб после проведения исследований и контрольные образцы по истечении срока хранения уничтожают, если иное не оговорено договором между Исполнителем (лабораторией, проводившей исследования) и Заказчиком (владельцем продукции или его представителем). На уничтожаемую продукцию составляют комиссионный акт об уничтожении проб продукции. В акте отражают количество, виды, массу проб, способ и дату их уничтожения. В случае сдачи остатков проб на утилизационный завод указывают дату и номер сопроводительного письма, по которому они были туда направлены.

### *Транспортировка проб*

Транспортировка образцов продукции животного и растительного происхождения, в том числе кормов и кормовых добавок, должна осуществляться в условиях, обеспечивающих сохранение состояния, состава и качества проб, а также безопасность окружающей среды, на оборудованном для таких целей транспортном средстве.

Во время транспортировки скоропортящейся продукции должно быть обеспечено непрерывное охлаждение проб. Скоропортящиеся пробы должны быть доставлены в лабораторию при температуре не выше 2-7°C в холодильниках или термоконтейнерах не позднее 24 часов с момента отбора проб. Пробы, отобранные от замороженной продукции животного и растительного происхождения, должны быть доставлены в лабораторию в холодильниках или термоконтейнерах при

температуре минус 1-18°C, не позднее 36 часов с момента отбора проб. Прочие пробы, по возможности, без промежуточного хранения при температуре окружающей среды (комнатной температуре), не позднее 36 часов после отбора.

### ***Отбор проб пищевых продуктов***

При отборе проб пищевых продуктов, методики исследования которых предусмотрены соответствующими нормативными документами (ГОСТ, ОСТ, ТУ, СТО), следует руководствоваться указаниями раздела «Отбор проб», а в случае отсутствия - специальным стандартом по правилам отбора проб. Перед отбором проб продуктов, специалист, который будет проводить отбор, должен ознакомиться с имеющейся на данную партию продукта документацией (накладные, сертификаты и т.п.); произвести наружный осмотр всей партии, обращая внимание на состояние тары (исправность, деформации, загрязнение и т.п.); внешний вид продукта; условия хранения. После осмотра партии производится вскрытие отдельных единиц упаковки и выемка проб для исследования в лаборатории.

Порядок отбора проб пищевых продуктов включает в себя: выделение однородной партии, определение числа и отбор точечных проб (при необходимости), составление объединенной пробы и формирование из нее средней пробы, которая направляется на лабораторные испытания. Значения массы точечных проб продуктов и необходимое количество проб зависят от требуемого значения массы объединенной пробы; при расфасовке в мелкую потребительскую тару (бутылки, пакеты, пачки и т.п.) эти фасовки рассматривают как точечные пробы. Массу (объем) пробы продукта устанавливают в соответствии с нормативно - технической документацией на конкретный вид продукции и она должна быть достаточной для проведения испытаний.

Пробы в виде коробок, банок, плиток, пачек и др. завертывают в плотную бумагу. Пробы, отобранные от весовых продуктов (в транспортной таре: ящиках, мешках, контейнерах и др.), помещают в чистые сухие банки с притертыми стеклянными или хорошо пригнанными резиновыми крышками, или заворачивают в пергамент, целлофан, полимерную пленку,

одноразовые мешочки или упаковывают в пластмассовые коробки с крышками. Пробы, требующие особых условий хранения (при пониженных температурах) - скоропортящиеся продукты, помещают в сумку-холодильник или обкладывают сухим льдом.

### ***Отбор проб воды***

При отборе проб (образцов) воды следует руководствоваться действующими нормативными документами на методы отбора проб воды. Метод отбора проб выбирают в зависимости от цели испытаний и перечня определяемых показателей с таким расчетом, чтобы исключить (свести к минимуму) возможные изменения определяемого показателя в процессе отбора пробы. Методы отбора, подготовки к определению состава и свойств, транспортирования и хранения проб воды должны обеспечивать неизменность состава проб в интервале времени между отбором проб и их испытанием. Место отбора проб и периодичность отбора проб воды устанавливают в соответствии с программой испытания. Объем взятой пробы должен соответствовать установленному в нормативной документации на метод определения конкретного показателя с учетом количества определяемых показателей и возможности проведения повторного испытания.

Пробы воды для проведения физико-химических исследований отбирают в емкости, изготовленные из химически стойкого стекла с притертыми пробками или из полимерных материалов, разрешенных для контакта с водой.

*ВАЖНО: пробы воды, предназначенные для определения БПК, ХПК, содержания органических веществ в воде, отбирают только в стеклянные емкости, при этом объем пробы воды для определения нефтепродуктов должен составлять 100 мл!*

Перед отбором пробы емкости для отбора проб не менее 2-х раз ополаскивают водой, подлежащей анализу, и заполняют ею емкость до верха. При отборе проб, подлежащих хранению, перед закрытием емкости пробкой верхний слой воды сливают так, чтобы под пробкой оставался слой воздуха и при транспортировании пробка не смачивалась. Для определения в пробе кислорода или других растворенных газов при отборе проб используется шланг, прикрепленный к крану или выходному

отверстия насоса и достигающий дна емкости с пробой, чтобы избежать контакта пробы воды с атмосферным воздухом. Отбор проб воды из внутридомовой распределительной сети проводят на выходе из кранов внутренних водопроводных сетей домов. При отборе проб из крана, время слива воды перед отбором проб зависит от цели отбора проб. Если целью отбора проб является оценка влияния материалов, контактирующих с водой, на качество воды, то пробы следует отбирать без предварительного слива воды.

Для других целей для установления условий равновесия перед отбором проб достаточно 2-3 мин слива воды. Пробы воды для проведения микробиологических исследований отбирают в чистые стерильные емкости, изготовленные из стекла или полимерных материалов (например полипропилена, полистирола, полиэтилена, поликарбоната), не оказывающих влияние на жизнедеятельность микроорганизмов (предварительное ополаскивание не допускается). Пробы воды отбирают непосредственно из пробоотборного крана. Не допускается использование шлангов, насадок. Для предотвращения вторичного загрязнения пробы воды, кран предварительно очищают и дезинфицируют путем обжига горящим тампоном, смоченным 96%-ным раствором этилового спирта, а пластмассовые краны следует продезинфицировать путем обработки 70%-ным раствором этилового спирта. Перед отбором образцов (проб) воду из простерилизованного крана сливают не менее 10 мин при полностью открытом кране.

### **Требования к оформлению протокола испытаний**

Результаты испытаний оформляют протоколом испытаний, в котором указывают всю требуемую заказчиком и необходимую для толкования результатов испытаний информацию, а также всю информацию, требуемую для используемой методики.

Протоколы испытаний могут быть на бумажных или электронных носителях. Экземпляры протоколов испытаний, выполненные на бумаге, должны иметь нумерацию страниц и указание общего числа страниц.



с) уникальную идентификацию протокола испытаний или сертификата о калибровке (например, серийный номер), а также идентификацию на каждой странице, чтобы обеспечить признание страницы как части протокола испытаний или сертификата о калибровке, и, кроме того, четкую идентификацию конца протокола испытаний или сертификата о калибровке;

d) наименование и адрес заказчика;

e) идентификацию используемого метода/методики;

f) описание, состояние и однозначную идентификацию объекта (объектов) испытаний или калибровки;

g) дату получения объекта (объектов), подлежащего(их) испытаниям или калибровке, если это существенно для достоверности и применения результатов, а также дату(ы) проведения испытаний или калибровки;

h) ссылку на план и методы отбора образцов, используемые лабораторией или другими органами, если они имеют отношение к достоверности и применению результатов;

i) результаты испытаний или калибровки с указанием (при необходимости) единиц измерений;

j) имя, должность и подпись или эквивалентную идентификацию лица (лиц), утвердившего(их) протокол испытаний или сертификат о калибровке;

k) при необходимости указание на то, что результаты относятся только к объектам (образцам), прошедшим испытания или калибровку.

Внимание! В выдаваемых испытательной лабораторией (центром) протоколах исследований (испытаний) и измерений или иных итоговых документах о результатах исследований (испытаний) и измерений должна указываться используемая при таких исследованиях (испытаниях) и измерениях версия нормативного документа с полным наименованием и реквизитами (номером, годом), (п. 4 Разъяснения Росаккредитации о возможности применения национальных и межгосударственных документов в области стандартизации, разработанных на основе (взамен) действующих от 17 мая 2018года.

Наличие дополнительных требований к протоколу испытаний может быть предусмотрено техническим регламентом ТС (ЕАЭС).



Технические регламенты ТС, содержащие требования в части указания оборудования, использованного при испытании (измерении), приведены в Разъяснении Росаккредитации о порядке предоставления сведений о результатах деятельности аккредитованных ИЛ (центров) во ФГИС Росаккредитации от 7 марта 2017 года.

Если в протокол испытаний включены мнения и толкования, то к протоколу должны быть приложены документы, на основании которых они сделаны. Мнения и толкования выделяются в протоколе отдельным разделом и могут касаться:

- выполнения требований, включенных в договор;
- рекомендаций по использованию результатов испытаний;
- рекомендаций по улучшению;
- мнения о соответствии/несоответствии результатов установленным требованиям.

#### Задание 1

Изучите принципы и основные требования к упаковке и транспортировке проб, предназначенных для проведения лабораторного анализа. Подготовьте пробы для анализа к транспортировке.

#### Задание 2

Изучите правила отбора проб различных объектов окружающей среды. На практике отработайте схему отбора проб воды из центрального водоснабжения.

#### Задание 3

Изучите нормативные документы, регламентирующие требования к отбору проб конкретных видов образцов. В рабочей тетради составьте перечень нормативных документов по отбору проб, разбив их по следующим видам:

- сельскохозяйственная продукция;
- водные объекты;
- почвенные объекты;
- пищевые объекты.

#### Задание 4

На практическом занятии составьте группу из обучающихся и проведите отбор проб различных видов продукции (вода, почва, сельскохозяйственная продукция) в соответствии с требованиями

нормативных документов.

#### **Задание 5**

Заполните этикетку для отобранных проб на пробных сейф-пакетах (с указанием точной информации).

#### **Задание 6**

На основании результатов исследований, полученных у преподавателя заполните протокол лабораторных исследований.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие документы регламентируют правила отбора, упаковки и транспортировки образцов в лабораторию?
2. Назовите основные принципы отбора проб для проведения лабораторного анализа?
3. Какие подготовительные процедуры необходимо провести перед отбором проб?
4. Назовите порядок отбора проб для лабораторных исследований?
5. Что включает в себя процедура документирования процесса отбора проб?
6. Назовите основные правила хранения и транспортировки контрольных лабораторных проб в лабораторию.
7. Назовите основные требования к оформлению протокола лабораторных исследований.

### **Занятие 5. Освоение хроматографического метода, изучение биологических методов, аналитических биосенсоров**

Цель занятия – изучить и освоить метод хроматографического проведения исследований в лаборатории, изучить и освоить биологические методы и метод аналитических биосенсоров.

Основные достоинства хроматографического анализа:

- экспрессность; высокая эффективность; возможность автоматизации и получение объективной информации;
- сочетание с другими физико-химическими методами;
- широкий интервал концентраций соединений;
- возможность изучения физико-химических свойств

соединений;

- осуществление проведения качественного и количественного анализа;
- применение для контроля и автоматического регулирования технологических процессов.

В зависимости от способа взаимодействия и распределения элементов смеси между элюентом и неподвижной фазой сегодня выделяют следующие разновидности хроматографических методов:

- Адсорбционная. Основу данного метода составляет различие сорбируемости разделяемых абсорбентом твердых веществ.

- Распределительная. У истоков метода стоит растворимость элементов сложного вещества в элюенте и неподвижной фазе.

- Ионообменная. Этот вид исследования основывается на различии постоянных между неподвижной фазой и монокомпонентами исследуемой смеси.

- Эксклюзионная. В основе - разная способность проницаемости в неподвижную фазу молекул компонентов.

Осадочная. Этот метод предполагает разную способность элементов смеси выпадать в осадок на твердой неподвижной фазе.

*По агрегатному состоянию элюента хроматографию классифицируют на:*

Газовую. Ее методы исследования используются для дифференцирования газов на монокомпоненты, определения примесей в воздухе, жидкости, почве, продуктах промышленности. Хроматографический анализ данного типа активно применяется для определения состава лекарственных препаратов и выхлопных газов, а также в сфере криминалистики.

Жидкостную. Ее методы эффективны при анализе, очистке и разделении синтетических полимеров, медикаментов, гормонов, белков и прочих биологически важных веществ. Благодаря высокочувствительным детекторам этот способ позволяет работать с малым объемом сложных веществ, что чрезвычайно важно при проведении биологических исследований.

### *Газовая хроматография*

Газовая хроматография — это вид хроматографического анализа, где в качестве элюента выступает газообразное вещество

или пар. На сегодняшний день выделяют следующие категории:

Газоадсорбционная. В этом случае в качестве неподвижной фазы выступает твердое вещество.

Газожидкостная. В роли неподвижной фазы выступает жидкость.

Хроматографический анализ проводится при помощи газового хроматографа. Поступление газа-носителя осуществляется из баллона повышенного давления в блок носителя (здесь же происходит дополнительная очистка газа). От исследуемой смеси отбирают пробу, которая при повышенной температуре вводится в газовый поток через резиновую мембрану. Введение пробы возможно также и посредством автоматических систем ввода — сэмплеров. Далее происходит испарение жидкой пробы и перенесение ее в колонку хроматографа потоком газа. Разделение осуществляется при температуре 200–400 градусов, но в ряде случаев возможно дифференцирование при более низких температурных показателях. Разделенные в потоке газа компоненты поступают в дифференциальные детекторы, регистратор фиксирует изменения во времени, и на основании полученных данных, вырисовывается хроматограмма.

Если в исследовании одновременно задействовано несколько детекторов, то можно говорить о возможности комплексного анализа хроматографических зон с двумя и более соединениями.

### *Тонкослойная хроматография*

Тонкослойная хроматография или сокращенно - ТСХ - представляет собой хроматографический анализ сложных твердых и жидких смесей, в основе которого лежит разное распределение разделяемых веществ между сорбирующим слоем и подвижной фазой. За счет этого вещества за одно и то же время смещаются на разные расстояния. Этот метод отличается повышенной чувствительностью и предоставляет большие возможности для исследования и разделения многокомпонентных смесей.

### *Ионообменная хроматография*

Ионообменная хроматография базируется на задержании в неподвижной фазе молекул веществ в результате электростатического взаимодействия разнополярных ионов. При проведении исследования ионы анализируемого вещества

начинают конкурировать с ионами элюента, стремясь к взаимодействию с сорбентами, которые заряжены противоположно. Это значит, что данный метод подходит для анализа любых смесей, которые могут быть ионизированы.

### *Газожидкостная хроматография*

В основе газожидкостной хроматографии (ГЖХ) лежит физико-химическое разделение вещества, которое находится в газовой фазе и проходит вдоль нанесенной на твердый сорбент нелетучей жидкости. Такая хроматографическая методика сегодня считается наиболее перспективной. Перспективность данного хроматографического метода обусловлена возможностью исследования близких по составу компонентов сложной смеси, даже если их температура кипения отличается на десятые доли градуса. На проведение анализа обычно требуется небольшое количество вещества и всего несколько минут. Для исследования смеси методом газожидкостной хроматографии применяется современный хроматограф.

Биологические методы основаны на том, что для жизнедеятельности - роста, размножения и функционирования живых существ необходима среда строго определенного химического состава. При изменении этого состава, например при исключении из питательной среды какого-либо компонента или введении дополнительного (определяемого) соединения, организм через какое-то время, иногда практически сразу подает соответствующий ответный сигнал. Установление связи характера или интенсивности ответного сигнала организма (называемого индикаторным) с количеством введенного в среду или исключенного из среды компонента служит для его обнаружения или определения. Аналитическими индикаторами в биологических методах являются различные живые организмы, их органы и ткани, физиологические функции, биохимические реакции и т.д.

Все вещества по отношению к живым организмам можно условно разделить на:

1) жизненно необходимые, 2) токсичные, 3) физиологически неактивные. Очевидно, только в двух первых случаях можно ожидать сравнительно быструю ответную реакцию организма (аналитический сигнал). Физиологически неактивные вещества

могут дать отдаленный результат, или их можно перевести в активное состояние в результате реакций взаимодействия с ингибиторами либо стимуляторами процессов жизнедеятельности организмов.

Механизм взаимодействия определяемого химического соединения и индикаторного организма чрезвычайно сложен, это взаимодействие схематично можно представить следующей схемой:

- выбор способа регистрации ответного сигнала на заключительной стадии выполнения анализа зависит как от целей анализа, так и от механизма и степени взаимодействия определяемого вещества и индикаторного организма. Чем сложнее организм, тем большее число его жизненных функций можно использовать в качестве аналитических индикаторов, тем выше информативность биологических методов анализа. Ответный сигнал индикаторного организма на одно и то же вещество зависит от концентрации последнего: малые концентрации обычно стимулируют процессы жизнедеятельности организма, высокие угнетают. Существенное повышение концентрации биологически активного вещества приводит к летальному исходу.

- диапазон определяемых содержаний, предел обнаружения соединений зависят от физико-химических и биологических факторов: направленности и продолжительности воздействия химического соединения на организм; температуры, pH среды; уровня организации индикаторного организма, его индивидуальных, возрастных, половых особенностей.

В роли индикаторного организма могут выступать микроорганизмы, беспозвоночные, позвоночные. Применение этих индикаторных организмов в анализе мы и рассмотрим в статье. При этом следует отметить, что в последние годы все большее внимание ученых привлекают растительные индикаторы. Так, например, по скорости роста, увеличению массы, разветвленности корней растений можно оценить содержание в почве тяжелых металлов (свинца, кадмия).

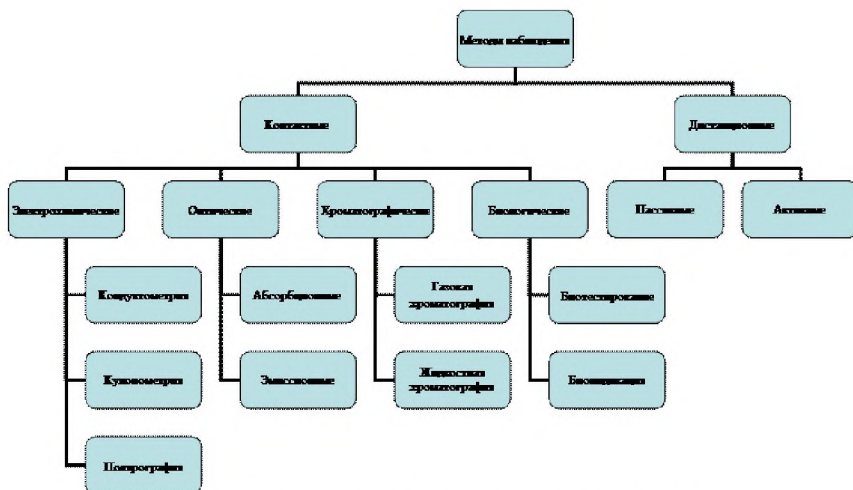


Рис.18. Биологические методы экологического контроля

Требования к биоиндикаторам и тест-объектам:

- присутствие в исследуемой среде в большом количестве
- доступность или простота культивирования
- возможность четкой регистрации эффекта
- высокая чувствительность
- точность, воспроизводимость, достоверность получаемой информации

Достоинства биологических методов

- Возможность интегральной оценки влияния на живой организм всего многообразия негативных факторов и совокупности загрязняющих веществ
- Возможность учесть трансформации загрязняющих веществ
- Возможность учесть эффект синергизма (усиления действия).

Методы биоиндикации, применяемые при оценке состояния загрязнения водных объектов

- Сапробность воды по показателям перифитона
- Сапробность воды по отдельным крупным таксонам зообентоса
- Биотический индекс Вудивисса

- Индекс Гуднайта-Уотлея
- Модифицированный олигохетный индекс (Э. А. Пареле)
- Индекс Шеннона
- Индекс Майера

Потенциально биосенсоры способны выполнять чувствительную и специфическую детекцию вредных воздействий, что обуславливает в целом перспективность развития данного направления. Целесообразность использования в войсковой практике биосенсорных датчиков обусловлена следующими соображениями:

- имеется возможность разрабатывать системы для раннего предупреждения о применении химического или биологического оружия;

- биосенсоры для обнаружения биологического и химического оружия могут быть основаны на ферментах, антителах и тканевом материале, что позволяет имитировать сложные функции многоклеточных человеческих органов и с высокой чувствительностью оценивать поражающее действие;

- достоинствам биосенсорного анализа относится возможность выявления не только известных, но и не использовавшихся ранее веществ;

- биосенсоры позволяют отличать физиологически активные вещества от неактивных химических соединений;

- малогабаритность и компактность анализаторов.

Характеризуя биосенсор как анализирующую систему, кратко отметим основные функции биоматериала. Биологический материал может быть сопряжен с преобразователями различных типов, которые обеспечивают наиболее эффективную регистрацию сигналов при взаимодействии с анализируемым соединением.

В биосенсорах электрохимического типа в сочетании с потенциометрическими электродами применяют ферменты, рецепторы, клетки микроорганизмов, ткани растений и животных, антитела, меченые ферментами. В сочетании с амперометрическими электродами известно использование ферментов, микроорганизмов, тканей растений и животных, антител, меченых ферментами.

В биосенсорах кондуктометрического типа описано



использование ферментов, искусственных бислойных липидных мембран.

Оптические типы биосенсоров основаны на измерении флюоресценции, люминесценции, эффектов поверхностного плазменного резонанса, затухающих волн.

В биосенсорах на основе акустических преобразователей известно применение антител, антигенов, ферментов, нуклеиновых кислот.

Измерение количества теплоты, выделяемой при взаимодействии анализируемого соединения с материалом биорецептора, используется в биосенсорах калориметрического типа; основой биорецептора могут служить ферменты, клетки микроорганизмов, животных. Для дальнейшего знакомства с биосенсорами различных типов можно обратиться к монографиям.

Биорецептор сенсора выполняет селективное распознавание анализируемого соединения, и кроме того, отвечает за возникновение сигнала физико-химической природы, который регистрируется преобразователем. Биорецепторы можно разделить на две категории: каталитические и аффинные. Группа каталитических биорецепторов включает ферменты, ткани, клетки микроорганизмов. Сенсоры, основанные на этих компонентах, позволяют проводить анализ в непрерывном режиме; типичный диапазон измеряемых концентраций заключен в пределах от микро- до миллимолей. К группе некаталитических (аффинных) относятся биосенсоры на основе антител/антигенов, лектинов, клеточных рецепторов, нуклеиновых кислот, которые в большинстве случаев предназначены для однократового использования при детекции гормонов, стероидов, лекарственных веществ в концентрациях от пико- до микромолей.

Ферменты. Стабильность фермента является, как правило, решающим фактором, определяющим время жизни сенсора; продолжительность непрерывного функционирования может составлять от одного дня до одного или двух месяцев.

Органеллы. Митохондрии, хлоропласты, целые клетки – бактерии, микроскопические грибы, а также срезы тканей растительного или животного происхождения используют в сенсорах как структуры, содержащие наборы ферментов.

Основной недостаток биосенсоров этого типа – низкая селективность.

Клеточные рецепторы. Рецепторы животных клеток относятся к белкам, локализованным в мембранах и не обладающим каталитической активностью. Связывание анализируемого соединения с иммобилизованными рецепторами может быть измерено непосредственно пьезоэлектрическим преобразователем по изменению массы биоэлемента либо с помощью оптической техники на установках по измерению поверхностного плазменного резонанса.

Антитела (Am) и антигены (Ag). Образование комплекса Ag с Ат преобразователем биосенсора может быть измерено непосредственно или косвенно. Непосредственно можно зарегистрировать изменения массы с помощью акустического преобразователя, а также изменение угла отражения методом поверхностного плазменного резонанса. Связывание также может быть зарегистрировано техникой, основанной на использовании оптических методов, в случае, если Ag или Ат конъюгировано с флюоресцентной меткой; в биосенсорах электрохимического типа для проявления комплекса антиген/антитело применяют ферментную метку.

Два последних типа биосенсоров относятся к классу иммуносенсоров с косвенной детекцией.

Нуклеиновые кислоты. Последнее десятилетие отмечено интенсивным развитием методов электрохимической, микрогравиметрической и оптической детекции реакций гибридизации ДНК, а также использования ДНК как мишени воздействия. В ряде работ было показано, что электрохимические методы не обладают высокой чувствительностью и помехоустойчивостью, поэтому наиболее приемлемыми оказались акустический и оптический методы

#### Задание 1

Изучите классификацию методов анализа объектов окружающей среды с использованием хроматографических методов. Запишите в рабочую тетрадь классификация хроматографических методов.

#### Задание 2

Изучите и запишите в рабочих тетрадях устройство газового хроматографа «Кристалл 5000» Хроматэк и жидкостного хроматографа «Хроматэк Кристалл – 2014». Отметьте основные принципиальные отличия в работе и устройстве приборов.

### **Контрольные вопросы**

1. Назовите основные достоинства хроматографического метода анализа?
2. Назовите основные разновидности хроматографических методов исследования?
3. Как классифицируется хроматография по агрегатному состоянию элюента?
4. Где можно использовать биологический метод контроля уровня загрязнения?
5. Назовите основные требования к биоиндикаторам и тест-объектам?
6. Перечислите достоинства биологических методов?

**Занятие 6. Методология и области применения тест-систем. Изучение устройства и принципа работы лабораторного испытательного и вспомогательного оборудования, предназначенного для освоения основных методов химических и физико-химических исследований.**

Цель занятия – изучить области применения тест-систем в контроле уровня загрязнения объектов окружающей среды. Ознакомится с устройством и принципами работы лабораторного испытательного и вспомогательного оборудования.

Основными областями использования тест-систем являются или могут быть:

- контроль объектов окружающей среды, определение важнейших нормируемых компонентов в воде, почвенных вытяжках, воздухе (прежде всего, в полевых условиях);
- контроль за качеством пищи, в том числе питьевой воды и напитков - главным образом, с точки зрения наличия вредных веществ;

- анализ крови, мочи, пота для целей медицины, в том числе в домашних условиях;

- решение задач криминалистики, охраны порядка, военной сферы (наркотики, алкоголь, взрывчатые, отравляющие вещества);

- контроль в промышленности, на транспорте, например обнаружение утечек газа;

- обучение химии, экологии и другим дисциплинам в школе и других учебных заведениях.

Тест-методы могут стать незаменимыми в критических ситуациях, когда нужно быстро определить состав воздуха, воды или других объектов после взрыва, промышленной катастрофы или природного катаклизма. Тест-системы удобны для широкомасштабного обследования жилых и производственных помещений, например, на пары ртути, формальдегид, фенол и другие вещества.

Относительно долгое время тест-методы химического анализа не входили в число официально разрешенных, например, для контроля объектов окружающей среды или пищевых продуктов. Однако в последние годы в США, России и некоторых других странах они аттестуются и включаются в списки методов, рекомендуемых для широкого использования.

В числе областей, где применение тест-систем уже зарекомендовало себя, можно назвать:

- анализ объектов окружающей среды;
- анализ пищевых продуктов;
- клинический анализ;
- криминалистический анализ;
- военная сфера;
- некоторые отрасли промышленности;
- контроль драгоценных металлов.

Группы лабораторного оборудования для химической лаборатории

Итак, если Вы приобретаете лабораторное оборудование для своей лаборатории, то необходимо помнить, что с точки зрения метрологии оно подразделяется на три основные группы:

Средства измерения (СИ).

Испытательное оборудование (ИО).

Вспомогательное оборудование (ВО).

Если очень кратко, то к измерительному относится оборудование, которое позволяет произвести замер какой-то величины, параметра или характеристики и получить результат в системе существующих единиц измерений этой величины.

Испытательное оборудование

испытательное оборудование: Средство испытаний, представляющее собой техническое устройство для воспроизведения условий испытаний.

Испытательным оборудованием являются устройства необходимые для воспроизведения условий испытаний. Это приборы, в которых создаются требуемые условия анализа/эксперимента, такие как: температура, давление, влажность, колебания, вращения, другие механические воздействия (растяжение/сжатие, наклон и т.д.).

Вспомогательное оборудование

Вспомогательное оборудование это, в принципе, все остальное, а именно то, что задействуется на различных этапах анализа, но чьи технические параметры не так существенны в плане влияния на метрологическую составляющую методики в целом. Сюда относятся, например, центрифуги, шейкеры, колбонагреватели, дистилляторы, нагревательные плитки, роторные испарители и т.п.

Для обеспечения единства средств измерений в Российской Федерации все допущенное к применению в химических лабораториях оборудование сведено в единый Государственный реестр средств измерений.

В общем виде требования нормативных документов могут быть разделены на группы:

- требования, связанные с распознаванием оборудования

К этой группе относятся требования необходимые для однозначного выделения каждой единицы лабораторного оборудования из всей совокупности оборудования лаборатории. Эти требования включают уникальную идентификацию, маркировку статуса оборудования относительно критически важных событий, местонахождение оборудования и т.п. Требования по распознаванию оборудования распространяются на

весь срок его эксплуатации.

- требования, связанные с подготовкой к эксплуатации

Эта группа требований устанавливает необходимость проверки способности оборудования выполнять свое предназначение. Сюда относятся требования по верификации нового оборудования или оборудования после ремонта, проверка точности или неопределенности измерений (для измерительного оборудования), проверка условий эксплуатации и т.п.

- требования регулярного метрологического контроля

Все оборудование, которое может повлиять на результат испытаний или измерений, должно подвергаться метрологическому контролю. Контроль может выражаться в виде калибровки, поверки, аттестации, сертификации или аналогичных по смыслу действиях (например, сличение с эталонами). В значительной степени требования этой группы относятся к испытательному и измерительному оборудованию (в том числе к программному обеспечению и мерной посуде). Однако могут применяться и к ресурсам, если они оказывают существенное влияние на результат испытаний или измерений (например, частота и напряжение электрической сети, форма электрического сигнала, скорость потока воды и т.п.).

- требования по обращению с оборудованием

Данная группа включает все вопросы по транспортировке, хранению, установке, эксплуатации, обслуживанию лабораторного оборудования. К этой группе требований также относятся вопросы защиты оборудования (от загрязнений, неправильного применения, случайных регулировок, повреждения, доступа неквалифицированного персонала).

- требования по ведению сопроводительной документации

Эта группа требований связана с ведением записей о состоянии лабораторного оборудования на всех этапах его жизненного цикла в лаборатории – планов поверки, калибровки, обслуживания, инструкций по эксплуатации, проверке, тестированию, описанию повреждений, неисправностей или модификаций, журналов обслуживания и т.п. документации.

До начала эксплуатации необходимо определить требования по установке лабораторного оборудования и проверить их

выполнение. К таким требованиям обычно относятся требования к электрической сети (напряжение, частота, мощность), требования к свободному пространству вокруг оборудования, требования по охлаждению (вентиляция, теплоотвод), требования по влажности и т.п.

Необходимо предусмотреть действия по верификации оборудования. Верификация – это подтверждение способности оборудования выполнять свое предназначение в соответствии с заданными требованиями. Верификация выполняется для нового оборудования, оборудования после ремонта или хранения. Для разных видов лабораторного оборудования предусмотрена своя верификация. Например, для испытательного оборудования она выполняется в виде аттестации. Для измерительного оборудования - проведением серии измерений на эталонных образцах. Для мерной посуды - с помощью калибровки. Верификация общелабораторного оборудования может выполняться внешним осмотром.

В большинстве случаев правила по обращению с оборудованием указаны в сопроводительной документации (паспорте, инструкции по эксплуатации, руководстве по обслуживанию и т.п. документах). Система качества лаборатории должна предусматривать действия по управлению данными документами. Если сопроводительной документации к лабораторному оборудованию нет (не предусмотрена производителем), то лаборатория сама должна разработать соответствующие инструкции. Инструкции могут разрабатываться для группы однотипного оборудования.

В первую очередь в системе качества должны быть реализованы требования по обращению с испытательным и измерительным оборудованием (в том числе со стандартными образцами и эталонами). Действия по обращению с оборудованием необходимо производить в соответствии с инструкциями, а результаты действий фиксировать документально.

Важно регламентировать следующие действия:

- транспортировка. Если лаборатория применяет одно и то же оборудование для проведения испытаний или измерений в разных

местах (например, передвижная лаборатория), то правила транспортировки становятся одними из самых важных. Необходимо предусмотреть правила по подготовке к транспортировке, контролю условий транспортировки, переводению оборудования в рабочее состояние после транспортировки. Для стационарного оборудования достаточно предусмотреть действия по подготовке к транспортировке (на случай перемещения оборудования в ремонт или в случае смены места размещения оборудования). Другие действия не требуются, т.к. после ремонта или установки оборудования на новом месте вступают в силу требования по подготовке к эксплуатации.

- хранение. Оборудование может храниться в лаборатории до ввода в эксплуатацию или ожидать транспортировки (например, с целью ремонта). В этом случае в системе качества лаборатории необходимо предусмотреть правила подготовки оборудования к хранению, правила размещения на хранение, правила контроля условий хранения. Временный простой оборудования в связи с отсутствием работ к хранению не относится.

- установка. По возможности, установку лабораторного оборудования лучше предоставлять производителю или специализированной организации (подрядчику). В этом случае необходимо предусмотреть действия по контролю за работой подрядчика. Если установку осуществляет персонал лаборатории, то СМК лаборатории должна предусматривать правила установки оборудования (если они отсутствуют в сопроводительной документации).

- эксплуатация. Применение лабораторного оборудования по назначению гарантирует его надежность и безопасность. Прежде чем персонал начнет работать с оборудованием, он должен пройти необходимую подготовку. Процедуры системы качества лаборатории должны включать в себя вопросы подготовки персонала по работе с лабораторным оборудованием и периодическую проверку соблюдения правил его эксплуатации.

- обслуживание. Если оборудование требует технического обслуживания, то в лаборатории должен быть разработан и вестись план обслуживания оборудования. Нет необходимости составлять план на отдельный экземпляр оборудования. В плане



указывается весь состав оборудования, которое требует обслуживания. Обслуживание можно проводить самостоятельно или по договору технического обслуживания. Проведение обслуживания необходимо документально фиксировать (отметка в плане, акты выполненных работ и т.п.).

- защита. Если в сопроводительной документации отсутствуют сведения по защите оборудования в ходе эксплуатации, то лаборатория должна самостоятельно разработать правила защиты оборудования. Эти правила включают в состав документации системы качества. Правила должны предусматривать защиту от повреждения, от несанкционированных регулировок, загрязнения оборудования. Если оборудование представляет опасность, то обязательно должны быть разработаны правила экстренной остановки (деактивации) лабораторного оборудования и безопасному удалению опасных веществ (химикатов, радиоактивных и биологических материалов и т.п.).

#### Задание 1

Изучить классификацию лабораторного оборудования? Составить схему, описывающую общую классификацию оборудования.

#### Задание 2

На основе индивидуального задания, полученного от преподавателя составьте план мероприятий, направленный на содержание, введение в эксплуатацию и использование различных видов лабораторного оборудования.

#### Задание 3

Изучите область применения тест-систем в лабораторном анализе. Приведите примеры где может быть использована методика с применением тест-систем?

### Контрольные вопросы

1. Перечислите группы лабораторного оборудования для химической лаборатории?
2. Назовите назначение испытательного оборудования?
3. Какое оборудование относится к вспомогательному? Назовите основное назначение вспомогательного оборудования?

4. Назовите основные требования нормативных документов к лабораторному оборудованию?

5. Какие мероприятия, проводимые в отношении к лабораторному оборудованию регламентируются в нормативных документах.

6. Назовите области применения тест-систем?

7. Приведите примеры тест-систем, используемых в настоящее время в лабораторной практике?

**Занятие 7. Изучение методики определения физических свойств воздуха. Освоение методик определения загрязняющих веществ в атмосфере воздуха. Освоение методов исследования кормов и пищевых продуктов (молоко и молочные продукты, мясо и мясные продукты, рыба, хлеб).**

Цель занятия – изучить основные методы лабораторных исследований, используемых с целью определения физических свойств воздуха. Изучить основные методы определения загрязняющих веществ в воздухе. Изучить и освоить методы лабораторного исследования кормов и пищевых продуктов.

### ***Определение температуры воздуха***

Необходимы: термометры, штативы, секундомер.

Для измерения температуры воздуха и ее динамической регистрации используются ртутные и спиртовые термометры, а также термографы. Спиртовые приборы способны измерять температуру воздуха до -130 °С. При этом следует соблюдать следующие правила:

- прибор не держать в руках, фиксировать в специальном штативе, на расстоянии от стены не менее 20 см;
- значение показателя регистрировать через 10 минут;
- не следует размещать приборы вблизи источников тепла (в том числе человека);
- измерения проводятся в горизонтальной и вертикальной плоскостях, при этом допускаются колебания температуры по горизонтали в пределах 2-3 °С, а по вертикали - 2,5 °С на 1 м высоты;

- измерение производится на высоте 0,1; 0,5 и 1,5 м от пола и по диагонали помещения (противоположные углы и середина).

Оценка ведется по разнице показаний.

### *Определение влажности воздуха*

Необходимы: психометры, секундомер, вода дистиллированная.

Влажность - содержание водяных паров в воздухе, обладающих упругостью.

Разновидности влажности воздуха: максимальная, абсолютная, относительная, физиологический дефицит насыщения.

В практике спорта чаще используется относительная влажность. Для ее определения существует специальная аппаратура: гигрометр, гигрограф (работа этих приборов основана на изменении длины высушенного пучка волос при различной влажности), стационарный и аспирационный психометры (определение проводится по разнице показаний ртутных термометров, один из которых регистрирует температуру сухого воздуха, другой - увлажненного). Измерение осуществляется в трех точках зала (по диагонали). Время работы прибора: 4 мин в летнее время и 15 мин - в зимнее.

Методика измерения влажности воздуха. На ткань одного из термометров в аспирационном психометре наносятся 1-2 капли дистиллированной воды из специальной пипетки за 4 мин летом и за 15 мин зимой до исследования. Прибор фиксируют на высоте 2 м от поверхности пола (почвы). Заводят вентилятор, просасывающий воздух через прибор. Снимают показания с обоих термометров через 4 мин летом и через 15 мин зимой от начала работы вентиляторов. По специальной таблице находят значение относительной влажности, сравнивают с нормативными показателями, делают вывод о влиянии конкретного значения температуры и влажности на состояние организма, дают рекомендации об оптимизации величины и интенсивности двигательной нагрузки в конкретных условиях среды.

Нормативное значение влажности воздуха значительно варьирует (30-60 %) в зависимости от состояния человека (покой, нагрузка) и микроклиматических условий. В покое в обычной

одежде при  $t^{\circ} = 18-20^{\circ}\text{C}$  и слабом движении воздуха оптимальной для человека является 40-60 % относительной влажности; при нагрузке и  $t^{\circ}$  выше  $15^{\circ}\text{C}$  - 30-40 %, выше  $25^{\circ}\text{C}$  - 20-25 %.

### ***Определение скорости и направления движения воздуха***

Необходимы: анемометры, секундомер, кататермометр (для закрытых сооружений).

Для работоспособности человека определенное значение имеют не только температура, влажность, но и скорость, и направление движения воздуха, которые воздействуют как на температурный баланс организма, так и на его психологическое состояние (сильные по скорости потоки (более 6-7 м/с) раздражают, слабые - успокаивают), на частоту и глубину дыхания, частоту пульса, на скорость передвижения человека.

Установлено, что оптимальными значениями скорости движения воздуха при спортивной деятельности являются 0,3-0,5 м/с в большинстве закрытых спортобъектов (в плавательном бассейне - 0,2 м/с), 1-4 м/с (легкий ветер) - в спортобъектах открытого типа; в раздевалке, душевой - 0,15 м/с; в жилых помещениях - 0,1-0,3 м/с. При скорости движения воздуха более 2 м/с не засчитывается результат при проведении легкоатлетических соревнований, если ветер попутный.

Для определения скорости движения существует специальная аппаратура: анемометры ручные крыльчатые и чашечные (для открытых объектов) и кататермометр (для закрытых).

### ***Определение атмосферного давления***

Необходимы: барометр, калькулятор.

Нормальным считается давление атмосферы, равное 760 мм рт. ст. при температуре воздуха  $0^{\circ}\text{C}$ , на уровне моря и широте  $45^{\circ}$ . При этих условиях на 1 см поверхности Земли атмосфера давит с силой 1033 г. Суточные колебания давления у поверхности Земли составляют 4-5 мм, а годовые - 20-30 мм рт. ст. Эти колебания ощущаются метеочувствительными людьми, что является признаком ослабления защитных сил организма.

Атмосферное давление в 1 миллибар соответствует давлению тела массой в 1 г на поверхность в 1 см: 1 мб = 0,7501 мм рт. ст.

Пробы воздуха, отобранные на постах, доставляют в одно из химических подразделений, где осуществляется их анализ.

Имеется четыре типа химических подразделений: 1) группа или лаборатория наблюдений за загрязнением атмосферы, 2) кустовая лаборатория или группа наблюдений за загрязнением атмосферы, 3) централизованные лаборатории различной специализации, 4) специализированные лаборатории научно-исследовательских учреждений.

Группы или лаборатории наблюдений за загрязнением атмосферы осуществляют химический анализ проб воздуха, отобранных на постах в том же городе, с целью определения содержания основных и наиболее распространенных специфических примесей.

Кустовые лаборатории или группы осуществляют анализ проб, отобранных на постах в других городах и пересылаемых в кустовые лаборатории рейсовым транспортом. В этих лабораториях проводят также химический анализ, который не может быть выполнен в лабораториях первого типа.

Централизованные специализированные лаборатории обеспечивают проведение многокомпонентного (спектрального, хроматографического и др.) анализа на определенную группу веществ (металлы, органические соединения и пр.), газовых проб и аэрозольных фильтров, отобранных в ряде городов на территории одного или нескольких УГМ.

Специализированные лаборатории научно-исследовательских учреждений осуществляют детальный анализ проб воздуха для определения содержания тех веществ, анализ которых не производится сетевыми подразделениями.

Для оценки загрязнения воздуха используют лабораторные (характеризуются высокой точностью и являются незаменимыми для углубленных исследований); экспрессные (предусматривают использование универсальных газоанализаторов); автоматические (обеспечивают непрерывный контроль за загрязнением атмосферного воздуха) методы.

Лабораторные исследования проводят с использованием хроматографических, масс-спектрального, спектрального, электрохимического методов анализа загрязнения атмосферного воздуха.

Хроматографические методы анализа загрязнения

атмосферного воздуха. Их сущность заключается в распределении, качественном обнаружении и количественном определении компонентов воздушной смеси с помощью специальных устройств - хроматографов. Они наиболее эффективны при определении сложных примесей в воздушных пробах. Эту группу методов (в зависимости от цели определения определенных примесей) образуют:

- газовая хроматография (метод исследования прием микропримесей улетучивающихся органических соединений). Реализуют его с помощью газового хроматографа.

- жидкостная хроматография (метод, который имеет эффект при анализе проб воздуха, загрязненного примесями токсичных органических соединений (полициклических ароматических углеводов, пестицидов и др.) разных концентраций). Принцип работы установок жидкостной хроматографии аналогичен газовым;

- ионно-жидкостная хроматография (метод определения микропримесей, способных к вступлению в реакции органических и неорганических соединений). Суть метода, принцип работы установок тождественны двум предыдущим;

- пламене-ионизационный метод (с его помощью определяют суммарное количество углеводородов). Определение с его помощью осуществляют введением газообразной пробы в пламя водорода, которое находится между электродами с напряжением в несколько сотен вольт. При отсутствии примесей возникает очень малое напряжение ионизации (10-12- 10-13А). Вследствие попадания в водородное пламя газообразной примеси, которая содержит углеводород, в пламени возникают ионы, которые направляются к дополнительному электроду. Напряжение ионизации, которое возникает, (10-7- 10-12А) усиливается электрометрическим усилителем постоянного тока и регистрируется самопишущим прибором.

Масс-спектральный метод анализа загрязнения атмосферного воздуха. Используя его, осуществляют количественный и качественный анализы всех соединений, которые есть в пробе. Этот метод заключается в ионизации газообразной пробы путем электронной бомбардировки, после чего ионы подвергают

действию магнитного поля. В зависимости от массы и заряда иона отклонение проходит с разной скоростью и по разным траекториям, которое дает возможность определить все имеющиеся соединения и их концентрации в пробе.

### *Спектральные методы, анализа загрязнения атмосферного воздуха*

Эти методы наиболее эффективны при исследовании качественного и количественного состава загрязнения воздуха. Их сущность состоит в определении состава и строения вещества по его спектру, который определяется по длине волны электромагнитным излучением. Спектральный анализ дает возможность установить элементный, нуклидный и молекулярный состав вещества, его строение (атомно-эмиссионный спектральный анализ), определить концентрации вещества по поглощению слоем атомной пары элемента монохроматического резонансного излучения (атомно-абсорбционный спектральный анализ).

Электрохимические методы анализа загрязнения атмосферного воздуха. Широко применяют эти методы при систематическом контролировании состояния загрязнения атмосферного воздуха и воздуха рабочих зон.

Наиболее распространены в анализе атмосферных загрязнений кондуктометрические и кулонометрические методы. Сущность кондуктометрического метода состоит в измерении электропроводимости анализируемого раствора. Электропроводимость раствора обеспечивается ионами веществ, способными диссоциировать в определенных условиях, и зависит от концентрации ионов в растворе и их подвижности. Кондуктометрический метод не требует использования сложной аппаратуры, есть высокочувствительным, быстродействующим, выполняется компактной аппаратурой.

Кулонометрия является безэталонным электрохимическим методом относительно высокой точности и чувствительности. Она состоит в определении электрического заряда, необходимого для осуществления электрохимического процесса выделения на электроде или создание в электролите вещества, по которому анализируют исследуемую пробу.

## *Методы исследований кормов и пищевых продуктов*

Органолептические методы оценки качества сельскохозяйственных продуктов

Органолептические методы занимают ведущее место при оценке качества заготавливаемых сельскохозяйственных продуктов и сырья. При органолептическом анализе измерительными приборами являются наши органы чувств: зрение, обоняние, вкус и слух, которые используются для выявления качественных различий у исследуемых продуктов. Этими методами определяются вкус и запах, цвет, структура и консистенция, степень измельчения, а также качество сравнением средних проб продукта с эталоном.

Органолептические методы просты в применении, доступны, не требуют применения сложного лабораторного оборудования и реактивов. Все оттенки окраски, аромата, вкуса продуктов можно определить только с помощью органов чувств человека. Однако эти методы имеют и недостатки: субъективные особенности исследователя, относительный характер результатов исследования, невозможность получения полного представления о качестве продуктов.

Измерительные методы определения качества продукции базируются на использовании технических средств измерений и контроля. Результаты этих методов отличаются точностью, повторяемостью и выражаются в количественных показателях (г, %, мг%, кг/м<sup>3</sup> и др.). С помощью этих методов можно изучить химический состав и физические свойства продуктов, наличие примесей, определить их пригодность для переработки, выявить причины потерь и снижения качества при хранении, а также фальсификацию продуктов и др. При заготовках и переработке сельскохозяйственных продуктов получили распространение химические, физические, физико-химические, микроскопические, биологические, физиологические и технологические методы.

Химические методы используют для количественного и качественного определения содержания в продуктах Сахаров, крахмала, жиров, воды, витаминов, поваренной соли. Они применяются для установления соответствия химического состава продукта требованиям стандарта. Химическим методом



устанавливают изменение состава продукта после обработки, транспортирования или хранения. Так, с помощью этого метода можно выявить процесс автолиза при созревании мяса, потери витамина С при хранении плодов.

Физические методы основываются на определении физических свойств продукции с помощью специальных приборов. Поляриметром определяют количество оптически активных веществ (сахароза, глюкоза, фруктоза); рефрактометром - содержание сухих веществ в молоке, тоματοпродуктах, плодах, жира в продуктах; вискозиметром - сдвиговые свойства жидких продуктов; ареометром, пикнометром - относительную плотность растворов веществ; термометром - температурные константы жиров; пуркой - натуру зерна; диафаноскопом - стекловидность зерна.

С помощью физических методов определяют формы, линейные размеры, крупность, объем, выполненность, скважистость зерна, насыпную массу овощей и др. Методы определения физических свойств приводятся в ГОСТах.

Физико-химические методы отличаются высокой точностью, быстротой выполнения анализа и малой массой пробы, взятой для анализа. Однако для выполнения анализов требуются сложные приборы и специальная подготовка лаборантов.

Для исследования качества сельскохозяйственных продуктов используют следующие методы: хроматографический (определение количества и состава аминокислот белков, содержания отдельных органических кислот, природы и количества красящих веществ); потенциометрический (определение потенциометром концентрации ионов водорода); кондуктометрический (измерение электропроводности растворов для установления титруемой кислотности, определение влажности зерна на электровлагомере); колориметрический (определение концентрации вещества в растворе по поглощению света, установление содержания витаминов в плодах и овощах, нитратов в мясных продуктах, цветности пищевых жиров и сахара и др.); люминесцентный анализ основан на облучении продукта ультрафиолетовыми лучами (определение количества белка и жира в молоке, порчи рыбы и овощей); спектроскопический

(изучение спектров паров исследуемых веществ) применяется для определения состава и содержания в продуктах микроэлементов, витаминов, каротина и др.

Микроскопический метод используется при изучении качества волокна лубяных растений и шерсти, установлении подлинности продукта (меда, молотых пряностей), вида крахмала, наличия в продуктах посторонних примесей, нематод в овощах, трихинелл и финн в мясе.

Биологический метод применяется для определения количества нормально проросших зерен пивоваренного ячменя, наличия в продуктах токсических веществ, зараженности и видового состава микроорганизмов, наличия спор головневых грибов, для исследования продуктов на зараженность болезнями и насекомыми.

Физиологический метод позволяет установить чистое усвоение белка из потребляемых продуктов, энергетическую, биологическую ценность и безвредность продуктов. Эти методы анализа проводят на подопытных животных (белые крысы) и птицах.

Технологическим методом определяют пригодность для переработки и технологические свойства сельскохозяйственного сырья. Так, на лабораторной мельнице путем размола 5кг зерна определяют его мукомольные свойства, а опытной выпечкой - хлебопекарные достоинства, т. е. способность муки давать хлеб высокого качества и с хорошим припеком. Технологическим методом оценивают свойства крупяных культур, картофеля, перерабатываемого в крахмал и патоку, а также пригодность сортов плодов и ягод для производства компотов, варенья, джема и др.

Инструментальные методы анализа пищевого сырья и продуктов можно условно разделить на методы разделения и концентрирования и методы обнаружения пищевых компонентов. Для описания разделения и концентрирования применяют три термина: разделение, концентрирование и выделение. Разделение – это операция, в результате которой компоненты, составляющие продукт, отделяют один от другого. В одном случае компоненты продукта могут отличаться или не отличаться друг от друга по

концентрации, а в другом – резко различаться. Концентрирование – операция, в результате которой повышается отношение концентрации или количества микрокомпонентов к концентрации или количеству макрокомпонентов продукта. Действительно, чаще всего говорят о концентрировании компонентов, присутствующих в малых или очень малых концентрациях. Концентрирование микроэлементов занимает важное место среди приемов современного анализа. Под выделением подразумевают операцию, при которой нужные компоненты продукта выделяют в самостоятельную фазу или часть фазы.

Эффективность метода анализа зависит от того, насколько правильно выбраны условия, обеспечивающие количественный переход нужного (или мешающего) компонента продукта в одну из фаз. Аналитический цикл включает отбор пробы, ее обработку для подготовки к определению, собственно определение и обработку результатов. Концентрирование является составной частью стадии обработки (подготовки) пробы. Наряду с ним этапами этой стадии анализа может быть разложение пробы, например растворением, маскирование и простое разделение отдельных ее компонентов. Выбор операций на стадии подготовки пробы главным образом зависит от решаемой задачи, природы объекта и метода последующего определения. За лабораторный образец принимают часть средней пробы, выделенную для лабораторного анализа.

Порядок отбора образцов, проб и отдельных единиц для осмотра, испытания или лабораторного исследования устанавливается требованиями нормативно-технической документации на каждый вид продовольственных товаров. Отклонение от установленных правил отбора образцов и проб для анализа ведет к получению недостоверных результатов. К органолептическим показателям, общим для характеристики почти всех пищевых продуктов, относят внешний вид, вкус, запах, консистенцию. Среди них наиболее значимыми являются внешний вид, вкус и запах, так как они имеют решающее значение для оценки качества пищевых продуктов.

Органолептическая оценка этих показателей в большинстве случаев является единственно возможной при определении

качества продуктов. Консистенцию пищевых продуктов также можно определить измерительными методами, однако при этом характеризуется только одно или несколько структурно-механических свойств и не учитывается весь их комплекс, дающий общее представление о консистенции. Только органолептический метод позволяет в полной мере дать общую оценку консистенции пищевых продуктов. Таким образом, органолептический метод имеет решающее значение при проведении контроля качества пищевых продуктов.

Органолептическая оценка – это совокупность операций, включающая выбор номенклатуры органолептических показателей качества продукта, определение этих показателей и сопоставление их с базовыми. Органолептические показатели определяют в такой последовательности: сначала определяют внешний вид, а затем цвет, запах, консистенцию и вкус. При оценке внешнего вида продукта определяют его форму, характер поверхности, однородность по размеру (плоды, ягоды, овощи и др.). Внешний вид продукта – это комплексный показатель, включающий ряд таких единичных показателей, как форма, цвет, состояние поверхности. Для некоторых видов продуктов комплексный показатель «внешний вид» дополняется специфичными показателями. К специфичным показателям относят состояние тары, упаковки или заворачивки, свежесть, состояние отдельных компонентов, например состояние рассола или заливки, состояние жира и сухожилий, качество бульона, прозрачность (безалкогольные напитки, осветленные соки, растительное масло и др.), качество посола (масло сливочное) или разделки (свежая, копченая рыба), состояние и толщину глазури (мороженная рыба).

Массовая доля воды в пищевом сырье зависит от особенностей химического состава, сроков и условий хранения. Вода в биологических объектах присутствует в трех формах: в виде свободной, слабо связанной и прочно связанной.

Свободная вода, сохраняя подвижность до температуры замерзания около 0 С, служит растворителем многих веществ. Связанная вода прочно соединена с коллоидными веществами, образуя их гидратную оболочку, и не является растворителем. Слабо связанная вода замерзает при температуре –3...–5 С.

В процессе хранения происходит изменение соотношения между свободной и связанной водой, что влияет на свойства пищевого сырья. Существуют различные методы аналитического определения содержания воды.

В наиболее распространенных методах воду удаляют из исследуемого объекта высушиванием, отгонкой и поглощением осушителями. В качестве осушителей чаще всего используют перхлорат магния, сульфат кальция, сульфат натрия, оксид фосфора и хлорид кальция.

В настоящее время для определения влажности используют также химические методы и методы, основанные на измерении некоторых физических свойств продукта, например диэлектрической проницаемости. Указанный принцип положен в основу одного из вариантов дистанционного измерения влажности продукта. Быстрым и универсальным способом определения воды в пищевых объектах является метод газожидкостной хроматографии метанольных экстрактов.

Этот метод характеризуется высокой точностью и воспроизводимостью. Метод высушивания – наиболее распространенный и универсальный способ определения воды. Содержание воды определяют по потере массы испытываемых образцов при их высушивании. Свободную влагу удаляют при температуре, близкой к температуре кипения воды.

Общее содержание минеральных веществ может быть определено озолением.

Зола представляет собой минеральную часть продукта, полученную после сжигания органических веществ. В состав минеральных веществ входят хлористые, карбонатные, фосфорные и сульфатные соли калия, натрия, аммония, магния, кальция. В небольших количествах содержится железо; в микродозах – медь, цинк, стронций, барий, бор, кремний, олово, молибден, кобальт, никель и другие химические элементы.

Наряду с высушиванием при повышенной температуре применяют способ, при котором пробы исследуемого материала растирают с нейтральными водоотнимающими веществами, например безводным сульфатом натрия, а также обезвоживание материала настаиванием или кипячением со спиртом. Чаще всего

жир определяют методом Сокслета.

Методом Сокслета извлекают не только липиды, но и сопутствующие им вещества – фосфатиды, стерины, свободные жирные кислоты, красящие вещества, поэтому определяемый таким образом жир называют «сырым жиром». Полученный экстракт используют для количественного определения жира, кислотного и перекисного чисел.

Для экстракции липидов с последующим хроматографированием экстрактов применяют метод Фолча. Данный метод основан на экстракции липидов из тканей хлороформ-метаноловой смесью. Он позволяет выделить как полярные, так и неполярные липиды и полностью сохранить фракцию фосфолипидов.

Полученный экстракт липидов используют для исследования фракционного состава липидов и их жирно-кислотного состава. Обычно о содержании белковых веществ в пищевом сырье животного происхождения судят по количеству азота.

При проведении производственного анализа содержание белковых веществ подсчитывают не по белковому, а по общему азоту, входящему в состав всех органических и неорганических веществ. Такое отклонение в точности определения содержания белков вполне допустимо.

Минерализацию (сжигание) производят нагреванием навески продукта с концентрированной серной кислотой в присутствии катализаторов (серно-кислой меди или пероксида водорода), а также веществ, повышающих температуру кипения смеси (сульфата натрия или калия). Кислотность обуславливает вкусовые свойства продукта и является показателем его свежести и доброкачественности.

Флуоресценция – кратковременное свечение ( $10^{-7}$ ... $10^{-10}$  с), которое продолжается только при облучении. Если источник возбуждения устранить, то свечение прекращается мгновенно или не более чем через  $10^{-3}$  с.

Фосфоресценция – более длительное свечение ( $10^{-3}$ ... $10^{-2}$  с), которое продолжается после отключения источника электромагнитного излучения.

Флуориметрический анализ основан на выявлении

зависимости между интенсивностью флуоресценции и концентрацией люминесцирующего вещества. Этот метод применяется в тех случаях, когда способностью к люминесценции обладает только определяемое вещество. В противном случае определению должны предшествовать операции по выделению и очистке определяемого вещества или маскированию примесей специальными реагентами.

В количественном люминесцентном анализе применяют люминесцентные фотометры, которые часто называют флуориметрами или флуорометрами. Электрохимические методы основаны на изучении и использовании процессов, протекающих на поверхности электрода или в электродном пространстве. Любой электрический параметр (потенциал, сила тока, сопротивление и др.), функционально связанный с концентрацией анализируемого субстрата, может служить аналитическим сигналом.

#### Задание 1

Изучить вопрос проведения органолептических показателей качества сельскохозяйственной и пищевой продукции. Разделившись на группы провести оценку органолептических свойств пищевой продукции (молока, кефира) или сельскохозяйственной продукции (силос, сено и т.д.) в зависимости от задания, полученного от преподавателя.

#### Задание 2

Изучите перечень инструментальных методов для проведения лабораторных исследований пищевых продуктов. Выполните записи в рабочих тетрадях.

#### Задание 3

Провести определение физических показателей качества воздуха, и составить в рабочей тетради сводную таблицу с данными свободной форме.

#### Задание 4

Изучить методы анализа концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. В рабочей тетради записать основные методы лабораторных исследований с краткой характеристикой.

### **Контрольные вопросы**

1. Перечислите основные методы определения физических характеристик атмосферного воздуха?
2. Какие методы исследований используют при проведении лабораторных исследований, направленных на определение концентрации загрязняющих веществ
3. Дать описание терминов «разделение», «концентрирование» и «выделение». В чем состоит принципиальная разница этих операций?
4. Что такое лабораторный образец?
5. Дать определение органолептической оценки качества пищевых продуктов и сельскохозяйственной продукции.
6. Перечислить основные показатели, характеризующие химический состав пищевого сырья и сельскохозяйственной продукции.
7. Дать описание метода определения содержания влаги в пищевом сырье и продуктах.
8. Дать описание принципов метода определения содержания жира в пищевом сырье и продуктах.
9. Дать описание метода определения содержания белка в пищевом сырье и сельскохозяйственных продуктах.
10. Дать описание метода определения содержания золы в пищевом сырье и продуктах.

### **Занятие 8. Изучение классификации инструментальных методов физико-химического анализа почвы. Определение показателей качества воды полевыми методами.**

Цель занятия – изучить и освоить методы физико-химического анализа почвенных образцов. Изучить перечень лабораторного оборудования, предназначенного для проведения лабораторного анализа уровня загрязнения почвенных образцов а так же и его устройство.

К достоинствам современных инструментальных методов следует отнести высокую чувствительность и скорость выполнения анализа (в том числе возможность анализа твердых



почвенных проб без предварительного их разложения), возможность одновременного определения нескольких показателей. Возможность работы в автоматическом режиме без присутствия оператора.

Недостатки сводятся к следующему: сложное и дорогостоящее оборудование и расходные материалы, необходимость наличия квалифицированного обслуживающего персонала, более низкая воспроизводимость результатов.

Основные требования при выборе метода исследований:

1. Чувствительность и воспроизводимость результатов (почва состоит из соединений химических элементов, содержащихся в сильно различающихся концентрациях, каждому уровню концентраций может соответствовать свой аналитический метод).

2. Высокая воспроизводимость метода требуется тогда, когда невозможно оценить природное варьирование определяемого показателя (например, при проведении лабораторных модельных экспериментов) или когда природное варьирование само по себе очень велико (например, при картировании территорий с высокой неоднородностью почвенного покрова).

3. При проведении анализа большого числа почвенных проб решающее значение имеет производительность метода. Как правило, более производительные методы отличаются меньшей воспроизводимостью и чувствительностью и, вследствие этого, меньшей точностью.

Современные инструментальные методы физико-химического анализа почв можно классифицировать следующим образом:

#### I. Электрохимические методы анализа

1. Потенциометрические методы – применяются для определения pH, окислительно-восстановительных потенциалов, активностей ионов  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  и др.

2. Вольтамперометрические методы – используются для определения большого числа элементов-металлов, а также некоторых неметаллов и неорганических анионов почвы.

3. Кулонометрические методы – используются для определения серы и углерода в почве.

4. Полярографические методы – широко применяются для количественного определения многих катионов и анионов почвы.

## II. Спектральные методы анализа

### Методы молекулярной спектрофотометрии

1. Методы молекулярной абсорбционной спектроскопии – позволяют определять, как макроэлементы, так и микроэлементы почвы. Методы атомной спектрофотометрии

#### 1) Методы атомно-эмиссионной спектрофотометрии

1. Пламенно-фотометрический метод – метод используется для определения металлов в почве.

2. Атомно-эмиссионная спектрофотометрия с возбуждением электрической дуге постоянного тока или в электрическом искровом заряде – метод дает возможность анализа твердых проб и определения валового содержания элементов в почве.

3. Атомно-эмиссионная спектрофотометрия с возбуждением в индуктивносвязанной плазме - позволяет определять практически все химические элементы почвы.

4. Рентгенофлюоресцентная спектроскопия – в основном используется для определения азота, фосфора и калия в почвах и растениях.

2) Атомно-абсорбционная спектрофотометрия (AAC) Позволяет определять валовое содержание Si, Al, Fe, Ca, Mg, K, Na, Mn, Ti в почвах, многих биологически важных микроэлементов (валовое содержание и подвижные формы) - Zn, Cu, Co, Ni, Cr, V и др. Этим методом можно определить обменные основания и емкость поглощения, исследовать состав и количество водорастворимых катионов в почве.

## III. Методы электронной просвечивающей и растворовой микроскопии

Эти методы позволяют изучать микростроение почв, органических и минеральных составляющих почвы и идентифицировать минералы тонкодисперсной фракции почв. IV. Нейтронно-активационный анализ (НАА) Метод основан на идентификации и измерении излучений, испускаемых образцом во время ядерной реакции или радионуклидами, полученными в результате реакции. Массовое содержание элемента устанавливают измерением наведенной радиоактивности эталонов и исследуемых образцов.

## V. Хроматографические методы анализа

Наибольшее распространение в почвенной практике получил газохроматографический вариант анализа, позволяющий разделять сложные многокомпонентные смеси. Метод широко применяется для определения интенсивности процессов углеродного и азотного циклов в почве.

## VI. Термические методы анализа

Метод термического анализа широко используется для определения минералогического состава тонкодисперсных фракций почв – илистой и коллоидной. Метод применим и для количественного определения химического состава некоторых карбонатных минералов и легкорастворимых солей. Многообразие инструментальных методов, применяемых в почвоведении, далеко не исчерпывается перечисленными методами анализа. Часто для адекватной оценки того или иного процесса или явления в почве используют сразу несколько инструментальных методов.

Большинство полевых методов определения показателей качества воды являются химическими, т.к. позволяют определить содержание химических компонентов в составе воды и основаны на химико-аналитических реакциях. Перед тем как приступить к анализу воды химическими методами, необходимо познакомиться с требованиями к выполнению анализов и практически освоить основные аналитические операции.

Для этого обычно в лабораторных условиях проводится обучение приемам работы и правилам техники безопасности.

Если в ходе практических работ берутся готовые оборудование и материалы, то используемые при выполнении анализа растворы, реактивы, посуда и другие компоненты комплекта должны быть предварительно осмотрены. При осмотре проверяют:

- целостность и герметичность упаковки растворов, реактивов;
- соответствие выбранного для использования реактива (раствора) или посуды требованиям методики анализа, наличие хорошо и однозначно читаемой этикетки, меток на мерной посуде, контрольных шкал;

- отсутствие повреждений мерной посуды, пробирок, контрольных шкал и др.

При транспортировке оборудование для анализа, склянки с реактивами и растворами и принадлежности следует располагать в укладочных ящиках на предусмотренных для них местах. Это позволит обеспечить надежную доставку комплектов для полевых анализов к месту работы, исключить бой посуды и попадание внутрь контейнеров пыли и других загрязнений.

После проведения анализа мерные склянки и пипетки следует промыть чистой водой, склянки с растворами необходимо герметично закрыть и уложить в укладочные контейнеры. Затруднения при закрывании контейнеров обычно свидетельствуют о небрежности при укладке.

Полевые методы применяются в условиях, которые не сказываются сколько-нибудь заметным образом на скорости и выходе химико-аналитической реакции. Это и понятно, т.к. скорость большинства химических реакций увеличивается в 2–4 раза при повышении температуры на каждые  $10^{\circ}\text{C}$ . С другой стороны, концентрация образующегося при химико-аналитической реакции вещества, как правило, связана с концентрациями других, участвующих в реакции или образующихся веществ в растворе, находясь в химическом равновесии. Характерно, что для реакций в растворах (в отличие от реакций в газовой фазе) практически только температура является внешним фактором, влияющим на положение равновесия. Следовательно, именно температура является тем влияющим фактором внешних условий, который мы должны учитывать в первую очередь при использовании полевых методов.

При анализе визуальным, органолептическим и турбидиметрическим методами (определение запаха, вкуса, цветности, мутности, концентрации сульфат-анионов) выполняющий анализ должен уметь корректно определять вкус, запах, цвет, степень мутности, используя собственные вкусовые ощущения, обоняние и зрение.

Окрашенные пробы, полученные при выполнении анализов, можно колориметрировать также с помощью фотоэлектроколориметров (рисунок 19). При таком способе

определяют оптическую плотность растворов-проб в стеклянных кюветах с длиной оптического пути 1–2 см из комплекта фотоэлектроколориметра (можно использовать и кюветы с большей длиной оптического пути, однако в этом случае следует проводить анализ с увеличенным в 2–3 раза объемом пробы). Приборное колориметрирование позволяет существенно повысить точность анализа, однако требует большей тщательности и квалификации в работе, предварительного построения градуировочной характеристики (желательно не менее 3 построений). При этом измеряют значения оптической плотности модельных эталонных растворов (см. приложение 1). При анализах полевыми методами в экспедиционных условиях удобно фотометрировать пробы с помощью полевых колориметров. В частности, для таких целей ЗАО «Крисмас+» поставляет колориметры различных типов, имеющие набор съемных светофильтров в широком диапазоне длин волн видимого света. Значения основных параметров в случае приборного колориметрирования приведены в тексте описания выполнения определений.



Рис. 19. Фотоэлектроколориметры:  
а) лабораторный, марки МКФМ-02;  
б) полевой, марки SMART (LaMotte Co., USA).

Титриметрический метод анализа основан на количественном определении объема раствора одного или двух веществ, вступающих между собой в реакцию, причем концентрация одного

из них должна быть точно известна. Раствор, концентрация вещества в котором точно известна, называется титрантом, или титрованным раствором. При анализе чаще всего стандартный раствор помещают в измерительный сосуд и осторожно, малыми порциями, дозируют его, приливая к исследуемому раствору до тех пор, пока не будет установлено окончание реакции. Эта операция называется титрованием. В момент окончания реакции происходит стехиометрическое взаимодействие титранта с анализируемым веществом и достигается точка эквивалентности. В точке эквивалентности затраченное на титрование количество (моль) титранта точно равно и химически эквивалентно количеству (моль) определяемого компонента. Точку эквивалентности обычно определяют, вводя в раствор подходящий индикатор и наблюдая за изменением окраски.

В процессе титрования раствор перемешивают стеклянной палочкой либо встряхиванием. При выполнении анализа титриметрическим методом (карбонат, гидрокарбонат, хлорид, кальций, общая жесткость) определение проводят в склянках или пробирках вместимостью 15–20 мл, имеющих метку 10 мл. В процессе титрования раствор перемешивают стеклянной палочкой либо встряхиванием.

При выполнении анализа титриметрическим методом (карбонат, гидрокарбонат, хлорид, кальций, общая жесткость) определение проводят в склянках или пробирках вместимостью 15–20 мл, имеющих метку 10 мл. В процессе титрования раствор перемешивают стеклянной палочкой либо встряхиванием.

При анализе маломинерализованных вод целесообразно применять титрованные растворы с пониженной концентраций (0,02–0,03 моль/л), которые могут быть получены соответствующим разбавлением более концентрированных титрованных растворов дистиллированной водой.

Для удобства работы с пробирками их можно устанавливать в отверстия мутномера (рисунок 20) либо располагать в штативах.

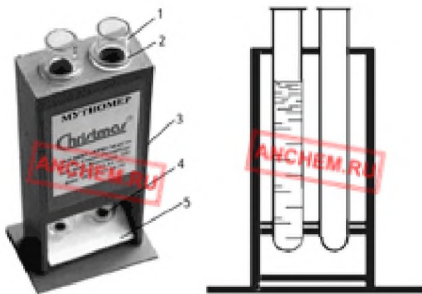


Рис. 20. Мутномер с мутномерными пробирками:

- а) общий вид, б) в разрезе  
 1 – мутномерная пробирка;  
 2 – ограничительное кольцо;  
 3 – корпус мутномера;  
 4 – черная точка;  
 5 – экран мутномера.

#### Задание 1

Изучите понятие инструментальных и классических химических методов исследования. В рабочей тетради дайте определение что такое инструментальные методы исследований и что такое химические методы исследований.

#### Задание 2

В рабочей тетради составьте сводную таблицу в которой будет подробно указана классификация инструментальных методов анализа почвенных образцов. В таблице необходимо отразить следующую информацию:

- группа физико-химического анализа;
- название метода;
- наименование лабораторного оборудования;
- определяемые показатели.

#### Задание 3

Изучите основные методы определения показателей качества воды с использованием полевых методов.

#### Контрольные вопросы

1. Назовите достоинства и недостатки инструментального метода лабораторного анализа почвенных образцов.

2. Перечислите отличительные черты инструментальных методов анализа от классических химических методов.

3. Назовите основные группы инструментальных методов анализа.

4. Перечислите основные виды лабораторного оборудования, предназначенное для проведения инструментальных методов анализа почвы.



## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### Основная рекомендуемая литература

1 Мазур, Л.В. Аналитическая химия [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Л.В. Мазур, Г.Н. Баторова. — Улан-Удэ : Бурятский государственный университет, 2014. — 146 с. — Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/291664>

2. Горчакова, Э.В. Основы биологической химии: Учебное пособие. [Электронный ресурс] – 2-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2019. – 208 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/112688/#2>

### Дополнительная литература

1. Мургаева, С.И. Коллоидная химия [Электронный ресурс] : метод. указания / С.И. Мургаева. — Элиста : Калмыцкий государственный университет, 2013. — 35 с. — Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/296131>

2. Батуева, И.С. Общая химия. Ч. 1. [Электронный ресурс] / И.С. Батуева, Э.Т. Павлова, Е.Ю. Романова. — Улан-Удэ : Бурятский государственный университет, 2017. — 136 с. — ISBN 978-5-9793-1128-9. — Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/640305>

3. Тушинова, Ю. Л. Практикум по неорганической химии. Ч.1 [Электронный ресурс] / Ю.Л. Тушинова, И.С. Батуева. — Улан-Удэ : Бурятский государственный университет, 2017. — 100 с. — ISBN 978-5-9793-1107-4. — Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/640319>

4. Мургаева, С.И. Физическая химия. В 2 ч. Ч. 1 [Электронный ресурс] : метод. указания / С.И. Мургаева. — Элиста : Калмыцкий государственный университет, 2013. — 20 с. — Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/296133>

5. Подшивалова, А.К. Теоретические основы неорганической химии (избранные главы и лабораторный практикум) [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие для лаб. занятий и самостоят. работы студентов / Н.Г. Глухих, А.К. Подшивалова. — Иркутск : Издательство ИрГСХА, 2013. — 270 с. : ил. — Авт. указаны на обороте тит. л. — Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/278082>

6. Садименко, Л.П., Князева, Т.В., Цыганков, Е.М.,

Методическое пособие к практическим занятиям по аналитической химии . Количественный анализ. Часть 5. Оптические методы анализа [Текст]: методическое пособие / Л.П. Садименко, Т.В. Князева, Е.М. Цыганков. Ростов-на Дону, 2004. - 31 с.  
<http://window.edu.ru/resource/978/19978/files/rsu270.pdf>

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Занятие 1	Нормирование качества компонентов окружающей среды. Нормативно-техническая документация	4
Занятие 2	Изучение средств индивидуальной защиты применяемых в лаборатории. Правила безопасности при работе с концентрированными кислотами и щелочами. Правила работы с лабораторным оборудованием и приборами. Классификация химической посуды, основные правила работы с ней	13
Занятие 3	Освоение спектральных и электрохимических методов анализа	29
Занятие 4	Освоение методики отбора проб различных видов образцов. Освоение правил регистрации проб, обработки результатов и оформления протокола результата	34
Занятие 5	Освоение хроматографического метода, изучение биологических методов, аналитические биосенсоры	46
Занятие 6	Методология и области применения тест систем. Изучение устройства и принципа работы лабораторного испытательного и вспомогательного оборудования, предназначенного для освоения основных методов химических и физико-химических исследований	55
Занятие 7	Изучение методики определения физических свойств воздуха. Освоение методик определения загрязняющих веществ в атмосфере воздуха. Освоение методов исследования кормов и пищевых продуктов (молоко и молочные продукты, мясо и мясные продукты, рыба, хлеб)	62
Занятие 8	Изучение классификации инструментальных методов физико-химического анализа почвы. Определение показателей качества воды полевыми методами	76

Учебное издание

Малахова Олеся Анатольевна

## МЕТОДЫ ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА В БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ

Методические указания

Отпечатано с готового оригинал-макета  
Подписано в печать 20.01.2020. Формат 60×84 1/16  
Усл. печ. л. 4,95; печ. л. 5,5.  
Тираж 50. Заказ № 488.

Редакционно-издательский отдел ФГБОУ ВО Самарского ГАУ  
446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2  
Тел.: 8 939 754 04 86, доб. 608  
E-mail: [ssaariz@mail.ru](mailto:ssaariz@mail.ru)





Министерство сельского хозяйства  
Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«Самарский государственный аграрный  
университет»

Кафедра «Биоэкология и физиология сельскохозяйственных  
животных»

**О.А. МАЛАХОВА**

## **ОСНОВЫ БИОЭТИКИ**

Методические указания для практических занятий

КИНЕЛЬ  
РИО Самарского ГАУ  
2019

УДК 57:17  
ББК 87.75  
М-18

О.А. Малахова  
М-18. Основы биоэтики: методические указания / О.А.  
Малахова. – Кинель : РИО Самарского ГАУ: 2019. – с.

Методические указания «Основы биоэтики» составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины и предназначены для студентов направления подготовки 06.03.01 Биология.

© ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, 2019  
© Малахова О.А., 2019

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Методические указания для практических занятий по дисциплине «Основы биоэтики» составлены в соответствии с требованиями образовательной программы подготовки студентов, обучающихся по направлению подготовки 06.03.01 Биология. А так же рабочей программой дисциплины.

Целью курса «Основы биоэтики» является ознакомление студентов с этико-гуманистическими основаниями биомедицинских исследований человека и животных, содержанием международно-признанного этического стандарта в медицинской практике и биологическом исследовании человека и животных. Данный курс включает задачи изучения содержания традиционных этических норм биоэтики в условиях развивающихся биотехнологий и меняющихся моделей взаимоотношения ученого и испытуемого; новейших зарубежных и отечественных разработок в области биоэтики; норм и принципов международного и российского права, регулирующих биомедицинскую деятельность.

В процессе выполнения задания, предложенных в методических указаниях, обучающийся должен овладеть компетенциями связанными с биоинженерией и новыми технологиями, разработанными на основе достижений этой научной дисциплины. Особое внимание в этой программе уделяется рассмотрению международных нормативных документов, а также способности самостоятельно вырабатывать решение по биоэтическим вопросам.



## **Занятие 1. Биоэтика как научное и философское понятие.**

### **Понятие биоэтики. Биоэтика как наука. Биоэтика как мировоззрение**

Цель занятия – дать определение понятию «Биоэтика». Изучить содержание предмета «Биоэтика». Дать описание предмету «Биоэтика» с точки зрения научно-философского учения.

Биоэтика – область междисциплинарных исследований этических, философских и антропологических проблем, возникающих в связи с прогрессом биомедицинской науки и внедрением новейших технологий в практику здравоохранения.

**Этика** — это философская дисциплина, объектом изучения которой являются фундаментальные представления общества о добре и зле, должном поведении человека, закрепленные в нравственных нормах.

Термин «**биоэтика**» представляет собой весьма многозначный неологизм. В своем подлинном значении слово биоэтика указывало на особое междисциплинарное направление в рамках экологической этики, которую разрабатывал Олдо Леопольд – основатель Этики Природы (или, как он сам называл, Этики Земли).

Эколог-профессионал О. Леопольд говорил о долге человека по отношению к природе и сохранении ее конкретных форм – «экосистем».

Введенный в современный научный язык голландским биологом и философом Ван Ренселлером Поттером (Van Rensselaer Potter) (рисунок 1) в книге «Биоэтика: мост в будущее» (1971) термин «биоэтика» первоначально обозначал особый вариант экологической этики.

Основная идея Поттера сводилась к необходимости объединения усилий гуманитарных и биологических наук для решения проблем сохранения жизни на земле, учета долгосрочных последствий научно-технического прогресса (особенно в области биомедицинских технологий).

Поттер наметил основные пути развития экологических и этических идей Леопольда в их приложении к области биологических исследований и медицинской практики.



Рис. 1. Ван Ренселлер Поттер (1911—2001)<sup>1</sup>

Поттер наметил основные пути развития экологических и этических идей Леопольда в их приложении к области биологических исследований и медицинской практики.

Речь шла прежде всего о роли биологии в решении глобальной задачи выживания человечества в условиях техногенной цивилизации.

**Идеология экологического движения** является исторически первой и наиболее существенной предпосылкой формирования биоэтики. Научно-технический прогресс не только представляет собой источник цивилизационных благ, но и зачастую угрожает существованию человека, разрушая природную среду его обитания. Экологическое движение возникает как ответ на угрозу для физического (природного) благополучия человека. Влияние экологического мышления на сферу биомедицины особенно усилилось после талидамидовой катастрофы 1966 г. (рождение детей без конечностей у матерей, принимавших во время беременности лекарственное средство талидамид в качестве снотворного). Эта трагедия способствовала радикальному изменению структуры взаимоотношений между наукой и практической медициной.

<sup>1</sup>URL: [http://academictree.org/photo/006/cache.057216.Van\\_Potter.jpg](http://academictree.org/photo/006/cache.057216.Van_Potter.jpg).

**Идеология правозащитного движения** – вторая весьма существенная предпосылка формирования биоэтики. Случилось так, что термин «биоэтика» в научной и учебной литературе стал чаще использоваться в значении, которое придал ему примерно в то же время американский акушер и эмбриолог Андре Хеллегерс (Hellegers). Он использовал термин «биоэтика» для обозначения междисциплинарных исследований моральных проблем биомедицины, прежде всего связанных с необходимостью защиты достоинства и прав пациентов. Это значение появляется неслучайно. Оно обусловлено влиянием на формирование биоэтики идеологии правозащитного движения, получившей всеобщее признание в 1960-х гг.

**Идеология междисциплинарного подхода** – третья предпосылка формирования биоэтики. Хельсинкская декларация Всемирной медицинской ассоциации (ВМА) 1964 г. дала первый международный этический стандарт проведения научных исследований на человеке, в основе которого лежал принцип автономии личности пациентов и испытуемых.

Биоэтика по своей сути и происхождению междисциплинарна и даже, по выражению некоторых исследователей, «парадисциплинарна». Она формируется в ситуации культурного полицентризма, где религия, философия и наука оказываются равноправными «участницами» глобального диалога и в равной степени ответственны за решение проблем жизни и смерти человека, возникающих в острейших ситуациях морального опыта.

В связи с изложенным выше биоэтика как наука об этическом отношении ко всему живому рассматривает проблемы взаимоотношения человека и биоса, в первую очередь, – человека и животных, определяя допустимые формы использования и обращения с животными, права человека в отношении животных и его обязанности перед ними, а также рассматривает проблемы взаимоотношений людей, например, вопрос о допустимости манипулирования человеческим материалом.

Биоэтика дает интеллектуальное обоснование и социальное оформление публичному процессу, в котором вырабатываются общепризнанные границы человеческого существования.

Предшественницей биоэтики принято считать традиционную медицинскую этику, изучение истории которой показывает, что медицинская этика – типичный пример профессионального, узкокорпоративного, закрытого этического кодекса, главная задача которого – определение прав и обязанностей врача и медицинского персонала по отношению к пациентам, а также нормативное регулирование взаимоотношений внутри профессионального сообщества медиков.

Таким образом, термин «биоэтика» стали применять для выделения из области медицинской этики специфических нравственных проблем, возникших в связи с внедрением в медицинскую практику новых биотехнологий. В таком понимании термин «биоэтика» используется и в наше время, хотя все чаще его заменяют более правильным с лингвистической точки зрения термином «биомедицинская этика».

Для термина «биоэтика» более подходит область этических проблем, возникающих при использовании живых организмов человеком и его воздействии на них в процессе своей деятельности. Именно эта трактовка получила широкое признание и все чаще используется в науке, педагогике и при обсуждении социально политических проблем.

Предмет **Биоэтика** – это концептуальная наука, представляющая собой важную точку роста философского знания. В основе современной этической философии живого лежат два принципа. Первый – благоговение перед жизнью, суть которого состоит в том, что любая особь, любая форма биоса имеет уникальную, абсолютную ценность. Такой подход наделяет равными правами всех членов биоса. Другая важнейшая философская идея биоэтики состоит в признании внутреннего единства человека и прочих форм живого и призывает человека почувствовать ответственность за жизнь на планете Земля.

Эти два принципа составляют фундамент биоэтики, который был заложен великим гуманистом XX века Альбертом Швейцером, создателем универсальной этики – этики благоговения перед жизнью (рисунок 2). Прогрессивное формирование биоэтики связано с процессом трансформации традиционной этики вообще и биомедицинской этики в частности.

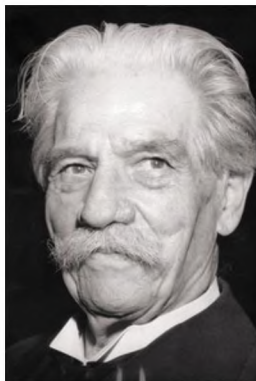


Рис.2. Альберт Швейцер (1875 – 1965)<sup>2</sup>

Такие морально-нравственные ценности, как милосердие, благотворительность, не нанесение вреда и другие получают в современной культурной ситуации новое значение и звучание. Именно это и определяет содержание биоэтики.

**Эгоцентризм** – мировоззрение личности, интересующейся только собой.

**Социоцентризм** – позиция человека, признающего свой нравственный долг перед всеми членами группы, к которой он принадлежит.

**Антропоцентризм** – признание нравственных обязанностей только перед людьми, так как человек – это высшее существо на Земле, весь мир существует только для человека, отношения должны быть нравственными только между людьми.

**Патоцентризм** – мировоззрение, признающее необходимость защиты и моральной ответственности за все разумные существа на Земле.

**Биоцентризм** – это такое отношение к жизни, когда человек признает свой нравственный долг перед всеми живыми организмами, включая низшие формы животных и растения. В центре внимания такой нравственной позиции находится «биос» – совокупность всего живого на Земле.

<sup>2</sup>URL:[https://ru.wikipedia.org/wiki/Bundesarchiv\\_Bild\\_183-D0116-0041-019,\\_Albert\\_Schweitzer.jpg](https://ru.wikipedia.org/wiki/Bundesarchiv_Bild_183-D0116-0041-019,_Albert_Schweitzer.jpg)

### Задание 1

Изучите понятие «этика» и «биоэтика», отметьте основные черты различия. Запишите в рабочую тетрадь основные этапы развития «Биоэтики».

### Задание 2

Изучите вопрос развития науки «Биоэтика» с точки зрения философского понятия. В рабочей тетради запишите основных ученых и деятелей внесших существенный вклад в развитии биоэтики как науки.

### Контрольные вопросы

1. Расшифруйте понятие «Биоэтика»?
2. Назовите ученого который ввел в употребление термин «Биоэтика».
3. Перечислите заслуги Альберта Швейцера в развитии науки «Биоэтика».
4. Расшифруйте понятие «Эгоцентризм».
5. Дайте определение понятия «Социоцентризм»?
6. Дайте определения понятия «Антропоцентризм»?
7. Дайте определения понятий «Патоцентризм» и «Биоцентризм».

### **Занятие 2. Натуралистическая этика. Принцип «Watchnotouch». В.Р. Поттер, Т. де Шарден, А. Швейцер. Механицизм и витализм. Современная натуралистика - новые технологии и старые идеи.**

Цель занятия – познакомиться с понятием натуралистическая этика. Дать расшифровку понятиям «механицизм» и «витализм». Изучить основные направления в учениях В.Р. Поттера, Т де Шардена, А. Швейцера.

Исторически сложилось два принципиально разных подхода к этике. Один подход называется ригористическим (от латинского *rigor* - твердость, строгость). Он построен на строгом проведении в жизнь определенного догматического принципа поведения. Ригоризм утверждает, что есть абсолютное добро (благо) и

абсолютное зло, а критерии добра и зла раз и навсегда заданы некими заповедями (догматами), исходящими от «высших сил». Моральным (этичным) объявляется поведение, которое соответствует догматическим критериям блага, а любое другое поведение объявляется аморальным.

Другой подход называется натуралистическим (или естественнонаучным). Он опирается на объективные потребности людей, связанные с биологическим и социальным аспектами человеческой жизни и хозяйственной деятельности. Натуралистический подход говорит, что нет никаких абсолютных критериев добра и зла, нет раз и навсегда заданных норм «правильного поведения», и что этика должна рассматриваться, как метод согласования интересов людей, живущих в обществе с определенным уровнем материального развития.

Принцип натурализма таков: этика существует для человека, а не человек для этики.

Натуралистическая (естественнонаучная) этика исходит из объективных биологических, интеллектуальных и социальных потребностей человека. Критерием блага является удовлетворение этих потребностей, независимо от представлений, предписаний или запретов какой-либо религиозной догматики или какой-либо традиции. Потребности человека имеют сложную структуру, связанную с его эволюционным происхождением.

Чисто биологический уровень потребностей простейших организмов - это подходящая физико-химическая среда, питание, и свободное пространство для размножения.

У высокоразвитых животных появляются дополнительные потребности: в активной деятельности, в исследовании свойств окружающих предметов (инстинкт любопытства), в безопасном отдыхе и здоровье, в контроле над своей охотничьей территорией. У стайных животных общность охотничьей территории, совместная забота о потомстве и разделение функций в коллективе приводит к появлению социальных потребностей: в эмоционально-насыщенных отношениях с себе подобными и в общественном признании.

Можно сказать, что существование человечества - это непрерывная цепь экспериментов, ставящихся с целью наиболее

эффективно удовлетворить практические общественные потребности людей: их стремление к свободе, безопасности, благополучию и счастью.

Этот натуралистический принцип отражен во Втором Гуманистическом манифесте (1973 года): «Человек важнее заповедей, правил, предписаний или установлений. Гуманистические общества должны добиваться развития экономических систем не согласно определенной риторике или идеологии, но по тому критерию, способствуют ли они улучшению материального благосостояния всех людей и групп, ликвидации бедности и страданий, увеличению человеческой удовлетворенности жизнью в целом».

Натуралистическая этика неотделима от научно-технического прогресса. Научное исследование служит этическим целям: поиску новых эффективных принципов управления природой (как внешней по отношению к человеку, так и внутренней), расширению возможностей человека за счет новых технологий, созданию новых методов удовлетворения личных и общественных потребностей. Поскольку человек произошел в ходе последовательного усложнения простых систем органических молекул, то он - предмет хотя и сложный, но вполне естественный и познаваемый.

В XIX веке вышли две книги, сильно расширившие научную базу натуралистической этики. Это, во-первых «Происхождение видов» Чарльза Дарвина, во-вторых «Капитал» Карла Маркса. Дарвин показал, как под влиянием естественного отбора происходит эволюция живых существ (приводящая, в частности, к происхождению человека). Маркс показал, что устройство общества, законы и обычаи, экономика, культура - это результат эволюции технологии (способа производства). Так сформировалось натуралистическое понимание биологической и политэкономической истории человечества.

Практика натуралистического подхода в биологии предполагает примат наблюдения над экспериментом. Его можно характеризовать как принцип «watch no touch»: смотри но не трогай. Вплоть до середины XVIII в. В европейской традиции существовал тотальный запрет на внедрение в тело человека. Этот



запрет отражался на практике обращения с другими биологическими объектами.

В.Р. Поттер (1911-2001) — американский ученый-биохимик, многие годы проработал в Висконсинском университете г. Мадисон сначала профессором, а затем — помощником директора лаборатории МакАрда, занимаясь исследованием биохимических механизмов развития онкозаболеваний. В 50-е годы он одним из первых продемонстрировал положительный терапевтический эффект комбинации ингибиторов клеточного роста и химиотерапии при лечении рака. «Биоэтика — мост в будущее» (1971) и «Глобальная биоэтика, основанная на наследии Олдо Леопольда» (1988).

В самом общем виде основная идея биоэтики как своеобразной формы эко- и биоцентризма была сформулирована известным немецким философом, гуманистом, общественным деятелем и врачом А. Швейцером (1875-1965) как благоговение перед жизнью. Этика благоговения характеризуется осознанием самого факта жизни как фундаментальной ценности. Она рассматривает сакральное, уважительное отношение к жизни как центральный этический принцип, который должен стать основой этического обновления человечества, условием возникновения космической этики, этики Универсума.

Пьер Тейяр де Шардэн (фр. Pierre Teilhard de Chardin; 1 мая 1881 года, замок Сарсена близ Клермон-Феррана, Овернь, Франция - 10 апреля 1955 года, Нью-Йорк) — французский католический философ и теолог, биолог, геолог, палеонтолог, археолог, антрополог.

#### Задание 1

Изучите понятие натуралистической этики. Выпишите в рабочую тетрадь основные этапы развития натуралистической этики и основных научных деятелей внесших вклад в развитие.

#### Задание 2

В рабочей тетради запишите понятия «механизм» и «витализм». Рассмотрите и запишите основные пункты научного мировоззрения таких ученых как: В.Р. Поттер, Т. де Шарден, А. Швейцер.

### **Контрольные вопросы**

1. Дайте расшифровку понятия «Механизм» и «Витализм».
2. В чем заключается суть принципа «Watchnotouch»?
3. Опишите основные взгляды на натуралистическую биоэтику следующих ученых - В.Р. Поттер, Т. де Шарден, А. Швейцер.
4. Перечислите основные научные труды в которых раскрыта сущность и основные понятия натуралистической биоэтики?

### **Занятие 3. Биология как лидер науки 21 века и самая опасная наука современности. Понятие «опасной» науки (Поттер) как толчок к появлению экологической этики. Биотехнология как вид техники: особенности развития, прогноз. Биотехнология и экономика: роль СМИ**

Цель занятия – рассмотреть вопросы развития биологии как лидера науки в 21 веке. Изучить связь биотехнологии и экономики, рассмотреть связь развития биотехнологии и СМИ.

Биология 21 века должна применять новые и существующие знания для решения насущных проблем современности, к которым относятся экологические кризисы глобального изменения климата, подкисление океана, утрата биоразнообразия и интродукция (заселение) неродственных видов, серьезные опасения за здоровье человека, возникающие и пандемические заболевания, а также критические потребности в сельскохозяйственном производстве и производстве биотоплива.

Сферы управления рисками для биотехнологий. Безопасность лабораторных исследований и научных изысканий. Необходимы конкретные меры и процедуры, направленные на обеспечение безопасности тех научно-исследовательских учреждений, которые вовлечены в исследования в области биотехнологии.

Экология. Испытания продукции, произведенной с применением биотехнологий, могут определенные негативные последствия для окружающей среды. Особую озабоченность вызывают проблемы хранения и утилизации отходов.

Этические аспекты. Достижения в области биотехнологии в

перспективе позволяет «переделать» программу записанную в ДНК, чтобы выключить старение.

Отношение общества к биореволюции. Страхи так же как и неоправданные ожидания, могут способствовать росту напряжения в обществе.

### *Биотехнологии и международное право*

1) анализ существующих международно-правовых актов для контроля за распространением биотехнологий, которые могут быть использованы в военных целях.

2) ответить на вопросы:

- какие международные нормы и режимы могут быть разработаны для контроля за деятельностью транснациональных корпораций, задействованных в исследованиях.

- как коммерческая деятельность подобных ТНК влияет на концепцию национального суверенитета, когда речь идет о безопасности.

- какие санкции могут быть применены по отношению к негосударственным авторам, нарушающим режим контроля за биооружием.

3) управление рисками, связанными с развитием современных технологий.

4) разработка максимально эффективной системы информационного сотрудничества всех участников биотехнологического процесса.

Биотехнология - это и технологические процессы, осуществляемые с использованием различных биологических систем, включая как живые организмы (от микроорганизмов до клеток животных и растений), так и их компоненты (ферменты, витамины и т.д.).

Впервые термин "биотехнология" был предложен в 1917 году венгерским инженером К. Эрике. Он предложил процесс крупномасштабного промышленного выращивания свиней с использованием в качестве корма сахарной свеклы. При этом Эрике рассматривал превращение сырья (свеклы) в целевой продукт, в данном случае свинину как ряд биотехнологических этапов. Этот процесс был назван им биотехнологией, поскольку целевой продукт получался в результате жизнедеятельности

биологических систем. Он писал: "биотехнология - это все виды работ, при которых из сырьевых материалов с помощью живых организмов производятся те или иные продукты"/

Начиная с 80-х годов XX века, наблюдается интенсивное развитие биотехнологии, которое привело "биотехнологическому буму". Однако в современное понятие "биотехнология" вкладывается новый смысл, характерной особенностью которого является использование технологии рекомбинантных ДНК, методов клонирования, крупномасштабного культивирования клеток животных и растений *in vitro* (вне организма).

Новейшие биотехнологические технологии позволяют осуществлять реконструкцию генетического аппарата микроорганизмов, направленную на "сверхпродукцию" тех или иных ценных биологических веществ или синтез новых, не характерных для данного организма продуктов (инсулин, синтезируемый клетками *E. coli* и др.). Огромные промышленные возможности новых биологических технологий привели к росту популярности этого научного направления/

В 1984 г. Европейской Федерацией Биотехнологов дано такое определение: "Биотехнология - это интегральное использование биохимии, микробиологии и инженерных наук в целях промышленной реализации способностей микроорганизмов, культур клеток и их частей".

В 1983 г. в Братиславе на биотехнологическом Конгрессе было принято следующее определение: "Биотехнология - это наука, разрабатывающая основы крупнотоннажной реализации процессов получения с помощью катализаторов различных продуктов и защита окружающей среды".

Голландский ученый Е. Хаувинк (1984) в истории развития и становления биотехнологии как научной дисциплины выделил 5 периодов (таблица 1).

Таблица 1

Период	Характеристика
Допастеровская эра (1865)	Использование спиртового и молочнокислого брожения при получении пива, вина, хлебопекарных и пивных дрожжей, сыра. Получение ферментированных продуктов и уксуса.
Пастеровский период (1866-1840 гг.)	Производство этанола, бутанола, ацетона, глицерина, органических кислот, вакцин. Аэробная очистка канализационных вод. Производство кормовых дрожжей из углеводов.
Период антибиотиков (1940-1960 гг.)	Производство пенициллина и других антибиотиков путем глубокой ферментации. Культивирование растительных клеток и получение вирусных вакцин. Микробиологическая трансформация стероидов.
Период управляемого биосинтеза (1961-1975гг.)	Производство аминокислот с помощью микробных мутантов. Получение очищенных ферментных препаратов. Промышленное использование иммобилизованных ферментов и клеток. Анаэробная очистка канализационных вод и получение биогаза. Производство бактериальных полисахаридов.
Эра новой биотехнологии (с 1973 г.)	Использование клеточной и генетической инженерии в целях получения агентов биосинтеза. Получение гибридов, продуцирующих моноклональных антител, трансплантация эмбрионов.

Выделяют 3 основных метода биотехнологии:

- Генная инженерия;
- Клеточная инженерия;
- Клонирование.

Биоэкономика – это экономика, основанная на применении биотехнологий, использующих возобновляемое биологическое сырье. Развитие отраслей биоэкономики предполагает в т.ч. повышение энергоэффективности, эффективное использование отходов, развитие возобновляемой энергетики на основе биомассы, экологизацию промышленного сектора, повышение устойчивости сельского хозяйства, производство новых продуктов питания, развитие медицинских технологий.

Развитие биоэкономики в России определяется в том числе государственной программой – Комплексной программой развития биотехнологий в Российской Федерации на период до

2020 года. Госпрограммой предусмотрено достижение цели создания глобально конкурентоспособного сектора биоэкономики, который наряду с наноиндустрией и информационными технологиями, должен стать основой модернизации и построения постиндустриальной экономики; достижение долгосрочной цели – выходу в 2020 году на объем биоэкономики в России в размере около 1% ВВП и в 2030 году - не менее 3% ВВП;

#### Задание 1

Изучите и запишите в рабочей тетради вопрос отношения биотехнологии и международного права.

#### Задание 2

Изучите основные методы, используемые в биотехнологии. В рабочей тетради составьте сводную таблицу, содержащую следующую сводную информацию: период развития (с указанием даты), характеристика периода, основные нововведения на данном этапе.

### Контрольные вопросы

1. Обоснуйте почему биология является «опасной» наукой?
2. Перечислите механизмы управления рисками для биотехнологий.
3. Опишите связь между биотехнологией и международным правом?
4. Назовите риски и опасности биотехнологий.
5. Дайте определение понятию «Биоэкономика»?
6. Перечислите роль СМИ в развитии и распространении биотехнологии в России и за рубежом?

### **Занятие 4. «Война» естествоиспытателей или натуралистов в истории биологии и современное состояние проблемы. Павлов и Лоренц и проблема поведения животных как пример противостояния подходов.**

Цель занятия – изучить вопрос так называемой «Войны» естествоиспытателей. Изучить работы И.П. Павлова и К. Лоренца, рассмотреть общие черты в их взглядах и учениях, а так же отметить различия.

Естествоиспытатели работали в период описательного естествознания и период возникновения новых наук. В сферу интересов естествоиспытателя входило изучение природы в целом.

Естествознание возникло до разделения наук на отдельные направления, поэтому естествоиспытатели занимались несколькими разделами естествознания (ботаника, зоология, минералогия, астрономия и пр.) комплексно и одновременно.

И. П. Павлов (1849-1936), основоположник учения о высшей нервной деятельности, разработал теорию условных рефлексов, теорию нервизма. Предложил ученому сообществу ряд уникальных лабораторных методов исследований, которые способствовали бурному развитию физиологии и науки о поведении животных (рисунок 3).

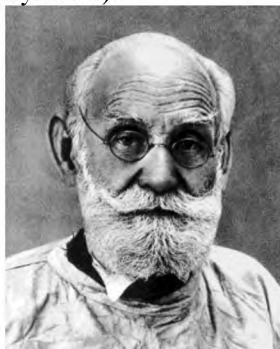


Рис.3. И.П. Павлов (1849-1936)<sup>3</sup>

Условный рефлекс, механизмы образования которого были изучены И. П. Павловым детально, является основой научения животных и приобретения личного опыта.

К. Лоренц (1910-1986) — классик и основоположник современной этологии. В 1973 г. совместно с Н. Тинбергеном и К. фон Фришем удостоен Нобелевской премии за заслуги в изучении поведения животных. Описал особенности врожденного поведения птиц, закономерности формирования их личного опыта.

<sup>3</sup>URL:[https://ru.wikipedia.org/wiki/Ivan\\_Pavlov\\_1934.jpg%2F548pxIvan\\_Pavlov\\_1934.jpg&rpt=simage](https://ru.wikipedia.org/wiki/Ivan_Pavlov_1934.jpg%2F548pxIvan_Pavlov_1934.jpg&rpt=simage)

Автор ряда классических работ по изучению инстинкта, соотношению врожденного и приобретенного в поведении животных, сравнительной этологии. Открыл явление, известное как «импринтинг». Выдающийся популяризатор этологии и организатор научно-экспериментального изучения поведения животных.

К началу XX века в науке о поведении животных установились две противоположные точки зрения: витализм и бихевиоризм. Витализм, или учение о жизненной силе (от лат. *vita* — жизнь; *vis vitalis* — жизненная сила), отнюдь не исчез с научной арены, вопреки поспешным утверждениям редуccionистов, механицистов и вульгарных материалистов.

Преодолеть грань между живой и неживой материей, создав живое из неживого, невозможно, следовательно, теорию витализма еще рано сдавать в архив».



Рис.4. К. Лоренц (1903-1989)<sup>4</sup>

Виталисты-инстинктивисты наблюдали за сложным поведением животных в естественной среде обитания и восхищались биологической целесообразностью и точностью инстинктов (лат. *instinctus* — побуждение) животных — всем, что с древних времен было принято объяснять расплывчатым понятием «мудрость природы». Иногда поведению животных приписывали мотивацию теми же факторами, которые лежат в основе деятельности человека.

<sup>4</sup>URL:[https://ru.wikipedia.org/wiki/B:Konrad\\_Lorenz.JPG](https://ru.wikipedia.org/wiki/B:Konrad_Lorenz.JPG)



Очевидно, подобные объяснения не могли удовлетворить серьезных исследователей.

Как противовес витализму в начале XX века возник бихевиоризм. Его основоположниками считаются Джон Бродес Уотсон (1878–1958) и Баррус Фредерик Скиннер (1904–1990). В сущности, бихевиористы развивали декартовское представление о животном как машине.

Они стремились сделать зоопсихологию точной наукой, разложить непрерывный поток поведения на простейшие, объективно наблюдаемые элементы «стимул — реакция» и достигли существенных успехов в лабораторных экспериментах. Важно было также то, что они определили поведение (то есть совокупность реакций организма на внешнюю среду) как центральный объект психологических исследований.

Вначале бихевиористы старались избегать рассуждений о понятии «инстинкт», считая его абстрактным, неопределенным и выходящим за рамки научного исследования. Позднее они объявили инстинкты комплексами безусловных рефлексов, выработанных в процессе исторического развития организмов, как одна из форм приспособления к условиям окружающей среды.

Поведение животных бихевиористы объясняли цепочками рефлекторных реакций, связанных воедино посредством классического кондиционирования, то есть выработки условных рефлексов, исследованной И.П. Павловым (1849–1936).

Изучение поведения животных в XX веке шло, если можно так выразиться, с противоположных сторон. Одни ученые начинали исследование безусловных и условных рефлексов, а далее приступали к инстинктам и инсайтам. (Инсайтом называется сложное, но очень привлекательное для психологов явление — внезапное, интуитивное нахождение решения проблемы; плодотворно изучать феномен инсайта в жестких рамках бихевиоризма начала века было бы невозможно.) Таким индуктивным путем двигался к истине Иван Петрович Павлов, а также Уотсон и Скиннер.

Конрад Лоренц и Николас Тинберген вошли в историю науки как авторы альтернативного — дедуктивного — подхода к изучению поведения, который привел их к созданию новой науки

— этологии.

Первоначально Лоренц с интересом читал работы Уотсона. Но и Уотсон, и оппонент бихевиористов Уильям Мак-Дугалл, который ввел понятие «социальная психология» и для объяснения человеческого поведения привлекал не только инстинкты, но и «витальную энергию», «не знали животных», как выразился сам Лоренц в автобиографии. У них не было того глубокого понимания повадок зверей и птиц, которое искал увлеченный натуралист и которое он позднее встретил у Хейнрота. Они как будто игнорировали все многообразие поведенческих форм, которое можно наблюдать в естественной среде.

Бихевиористы полагали, что живое существо приходит в мир как «чистый лист». Хрестоматийным стало высказывание Уотсона: «Дайте мне дюжину здоровых младенцев... и я гарантирую, что, выбрав наугад одного, подготовлю его к любой специальности — врача, юриста, художника, коммерсанта и даже нищего или вора...» Лоренц же пришел к убеждению, что инстинктивное поведение является внутренне мотивированным. Это стало важным первым шагом к изучению генетической компоненты поведения животных. Применительно к животным особенно важна межвидовая изменчивость — характерные для вида врожденные действия, то, что Лоренц назвал «морфологией поведения».

Конечно, это не означает, что влияние среды не важно. Уже в юности, выращивая домашних уток, будущий лауреат Нобелевской премии обнаружил импринтинг (запечатление) — специфическую форму обучения, наблюдающуюся на ранних этапах жизни животных, с помощью которой они опознают друг друга и устанавливают связи с себе подобными. Благодаря импринтингу маленькие утята запоминают первый крупный движущийся объект, попавший в их поле зрения (например, Конрада Лоренца), в дальнейшем считают его своей матерью и всюду следуют за ним. Явление импринтинга было известно птицеводам-практикам с древности, не было лишь научного термина и соответствующей теории.

Специалист по «морфологии поведения», Лоренц отмечает сходство героической мимики и позы человека, одержимого Священным Долгом, с реакциями самца шимпанзе, защищающего

семью, — вплоть до «мурашек», вздыбливающих шерсть, чтобы силуэт казался крупнее и грознее. «Если наше мужественное выступление за то, что нам кажется высочайшей ценностью, протекает по тем же нервным путям, что и социальные защитные реакции наших антропоидных предков, — я воспринимаю это не как отрезвляющее напоминание, а как чрезвычайно серьезный призыв к самопознанию.



Рис.5. Модель инстинкта согласно Лоренцу. Чем сильнее раздражитель и чем сильнее внутренняя мотивация, тем сильнее реакция — поток воды из нижнего крана. Однако реакция может быть вызвана сильным стимулом и при низком уровне мотивации (на агрессивное поведение другой особи отвечает агрессией и спокойно настроенное животное). И наоборот, переполнение «внутреннего резервуара» может вызвать врожденную реакцию в отсутствие стимула (голубь, долго живший в одиночестве, исполняет ритуал ухаживания в пустой клетке)

Человек, у которого такой реакции нет, — это калека в смысле инстинктов, и я не хотел бы иметь его своим другом; но тот, кого увлекает слепая рефлекторность этой реакции, представляет собой угрозу для человечества». Думается, эти строки искупают грех его пронацистских публикаций.

Долгое время считалось, что исследования этологов не имеют прямого отношения к физиологии и медицине, но позднее выяснилось, что открытия, сделанные на животных, помогают лучше понять сложную психику человека. Эти аргументы, вероятно, и сыграли свою роль в решении Нобелевского комитета.

### Задание 1

Изучите основные этапы работы таких ученых, как Павлов и Лоренц. В рабочей тетради отметьте основные аспекты их учений, в чем отмечается различия их взглядов в развитии науки «Биоэтика».

### Задание 2

Изучите основные направления в учении натуралистов. Отметьте в чем отмечаются разногласия в учении натуралистов с остальными направлениями.

### Контрольные вопросы

1. Перечислите основные взгляды естествоиспытателей на развитие биологии?
2. Какой вклад в развитии науки внес И.П. Павлов?
3. В чем отличие учения И.П. Павлова от К. Лоренца?
4. Какие сходства и отличия отмечаются в поведении человека и животного у К. Лоренца?

### **Занятие 5. Общественное движение в защиту животных. Законодательства по защите животных. Биоэтика и ее взаимоотношения с биополитикой. Теоретическая и практическая биоэтика. Прикладная биоэтика.**

Цель занятия - изучить основные принципы работы общественных движений направленных на защиту животных. Изучить основные пункты законодательства по защите животных. Рассмотреть понятия прикладная биоэтика, практическая биоэтика и биополитика.

*Тирания людей над животными... причиняла и до сих пор причиняет столько боли и страданий, что ее можно только сравнить с многовековой тиранией белых людей над черными. Борьба против этой тирании представляет собой борьбу, столь же важную, как любая другая нравственная или социальная проблема...*  
П. Сингер

Началом борьбы за защиту животных от жестокости следует считать время, когда были организованы для этой цели общества и стало создаваться законодательство в защиту животных.

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 Мартиним и его сподвижником лордом-канцлером Томасом Эрскиным, который был дружен с Джереми Бентамом. Эти два человека впервые в истории добились принятия законодательства против жестокостей к животным в 1822 году.

После 1824 г. общества защиты животных начали создаваться в разных странах Европы: в Скандинавских странах, в Германии, Швейцарии и других.

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 студентов-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.

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).

К концу 70-х годов этого века активность английских обществ, в частности Королевского общества по предотвращению жестокости к животным, увеличилась. Королевское общество распространило свое влияние на все Европейское сообщество, а к 1979 году был достигнут новый, принципиально важный этап в развитии движения в защиту животных: проблема "вошла в политику", т. е. основные политические партии Великобритании впервые в истории официально сформулировали свое отношение к проблеме защиты животных.

Борьба за законодательство, запрещающее жестокие эксперименты на животных, связана с именем английской писательницы Фрэнсис Кобб (1822-1904 гг.). Фрэнсис Кобб приняла участие в протесте против жестокостей в ветеринарном колледже и написала статью о правах человека в отношении животных. Вскоре Кобб оказалась во Флоренции, где ей стало известно о крайне жестоких экспериментах, проводимых там

физиологом Морицем Шиффом. Жившие неподалеку от лаборатории люди жаловались на крики и стоны жертв этого экспериментатора. Фрэнсис Кобб составила письмо в адрес профессора Шиффа и собрала под ним 783 подписи.

Ф.Кобб возглавила движение против вивисекции, на основе которого возникло Национальное общество антививисекционистов, превратившееся через столетие в Международную ассоциацию против болезненных экспериментов на животных. Задачей ассоциации стало запрещение любого рода экспериментов на животных, которые могут причинить им страдания.

В 1880 году молодая англичанка Анна Кингсфорд получила в Париже медицинский диплом, так и не прибегнув во время учебы к вивисекции. Это было очень трудно осуществить, считалось, что стать врачом невозможно без вскрытий животных. Анна Кингсфорд доказала, что это не так. Ее пример произвел большое впечатление на современников. Было создано Французское общество противников вивисекции. Первым президентом Общества стал писатель Виктор Гюго.

В настоящее время решения по защите животных стали принимать не только государственные органы, в национальном масштабе, но и международные организации. Совет Европы в течение ряда лет готовит Конвенции по различным аспектам использования животных.

В 1984 году Европейские советы по научным медицинским исследованиям и Консультативный комитет Всемирной Организации Здравоохранения по медицинским научным исследованиям утвердили Международные рекомендации по проведению медико-биологических исследований с использованием животных: на основе этих рекомендаций разработан проект "Государственных принципов использования позвоночных животных и обращения с ними при проведении экспериментов, научных исследований и учебных работ". Заслуживает внимания тот факт, что уже в пункте II Рекомендаций указывается на необходимость замены животных в эксперименте, а в пунктах 3 и 4-на необходимость использования их минимального количества:

"2. Там, где необходимо, в этих целях (охрана здоровья людей) следует применять математические модели, машинное моделирование и биологические системы "in vitro".

3. Эксперименты на животных следует проводить только после тщательного рассмотрения их значения для здоровья человека или самих животных, для прогресса биологических знаний.

4. Для эксперимента следует отбирать здоровых животных надлежащего вида, ограничиваясь тем минимальным их количеством, которое требуется для получения научно достоверных результатов". Следующим по порядку - и степени важности - пунктом рекомендаций ставится требование этического отношения к животным:

"5. Исследователям и другому персоналу всегда надлежит относиться к животным как к чувствительным к различного рода воздействиям существам и считать своим этическим долгом обращаться с животными и использовать их таким образом, чтобы свести к минимуму причиняемые им неудобства и боль".

В 1954 году преподаватель московского ВУЗа Е. А. Антонова, поддерживаемая известным художником-анималистом В. В. Ватагиным, добилась создания секции охраны животных при Московском отделении Всероссийского общества охраны природы.

Секция охраны животных, возглавляемая доктором медицинских наук К. А. Семеновой, ставила своей задачей помощь, в первую очередь, домашним животным: собакам, кошкам, а также птицам города. Секция также обследовала места содержания животных: лечебницы, экспериментальные лаборатории институтов. Позднее инспекторы секции провели обследование бойни, сельскохозяйственных ферм и других организаций, использующих животных. Пример московской секции воодушевил другие города, и в Ленинграде, Киеве, Ялте, Одессе, Вологде стали возникать аналогичные секции охраны животных.

Утвержденные приказом Министерства здравоохранения (академиком Б. В. Петровским) "Правила проведения работ с использованием экспериментальных животных" были приняты и



другими ведомствами; перестали утверждаться диссертации, выполненные на животных, не получавших наркоза во время болезненных процедур.

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.

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.

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 животными в хозяйствах и на бойнях.

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" (РЕТА), 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 студентов получать биомедицинское и ветеринарное образование без насилия над животными.

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. Несмотря на привилегированное положение Мартина, он подвергался насмешкам и обструкции. 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 - от 1885, 1849, 1856 гг. 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.

Другим примером законодательства может служить Акт по защите животных, принятый в Дании в 1875 году, поправленный в 1991 году и затем повторно в 1993 году.

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. К этому закону был сделан целый ряд поправок, и последняя поправка относится к 1986 году. Закон регламентирует процедуры, проводимые на животных. При проведении процедур, которые могут вызвать у животного боль, страдания, страх, необходимым является использование анестетиков, анальгетиков и других средств по обезболиванию животного. 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.

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.

Примером законодательства, регламентирующего добычу определенных видов животных, могут служить "Правила добычи морских млекопитающих", изданные в 1993 году в Канаде. Этот документ касается порядка получения разрешения на охоту на данных животных и ограничений такой охоты.

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, классифицируется как хулиганство, предусмотренное статьей 206 Уголовного Кодекса РФ.

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. Цель создания Правил, как она определена в этом документе, - обеспечить этику отношения к животным и научную достоверность эксперимента. Правила рассматривают условия содержания животных в виварии и использования их в эксперименте. Важнейшим требованием Правил является обязательное обезболивание животного, если есть вероятность причинения ему боли или иных страданий.

### ***Биоэтика и ее взаимоотношения с биополитикой***

Биоэтика включает в себя целый спектр проблем помимо генетических технологий, как-то:

- проблемы биомедицинской этики, возникающие при использовании современных технологий трансплантации органов, аборте, эвтаназии (прерывании жизни больного с целью прекращения его страданий), искусственном зачатии, сурогатном материнстве и др.; в таком аспекте биоэтика тесно связана с более традиционной врачебной этикой (этическими нормами взаимоотношений «врач—пациент») и включает в себя также нормы отношения к неизлечимо больным, инвалидам, дефективным новорожденным.

Биоэтика в ее биомедицинском аспекте базируется на следующих принципах: 1) принцип «не навреди»; 2) принцип «делай благо»; 3) принцип уважения автономии пациента, прав его личности; 4) принцип справедливости (примерно означает: «каждый должен получить то, на что имеет моральное право»). Конкретное истолкование и реализация этих принципов порождает, однако, серьезные моральные дилеммы и практические проблемы – поприще для деятельности биоэтиков как самостоятельного международного сообщества.

- проблемы гуманного отношения к животным (научный эксперимент, тестирование лекарственного препарата, студенческая лабораторная работа и др.). Биоэтика в данном аспекте означает шаг в сторону биоцентрической парадигмы, ибо на место равнодушия к страданиям животных «ради высоких научных целей» ставится задача минимизовать эти страдания, все более приближаясь к принципу ненасилия по отношению к ним.

Проблематика охраны биоса, будучи частью биополитики, в то же время также допускает биоэтическую трактовку. Сама А. Влавианос-Арванитис использует термин «этика окружающей среды», имея в виду, что «защита биоокружения в каждой стране должна быть долгом ее граждан».

Некоторые из биоэтических проблем, как и в случае генетических технологий, приобретают ярко выраженную биополитическую окраску. Биоэтические идеи становятся лозунгами политической борьбы, вокруг которых сплываются массы активистов.

Характерный пример представляет политическая борьба между сторонниками и противниками аборта (движениями «Pro-

choice» и «Pro-life», соответственно) в США, в результате которой на президентских выборах 1996 г. кандидат Роберт Доул потерял много голосов избирателей. Распространение СПИДа в последние десятилетия в различных странах породило как этические проблемы (статус больного СПИДом, отношение к сексуальным меньшинствам), так и необходимость принятия политических мер, например, по обеспечению контроля крови, используемой для переливания, на ВИЧ-инфекцию.

Тесная взаимпереплетенность биополитики и биоэтики, подвижность и некоторая размытость граней между ними – все это само имеет биополитическое обоснование. Социальность живого и связанные с ней нормы поведения особей в биосоциальных системах являются эволюционной предтечей как человеческой политики, так и чувства справедливости, с которым в конечном счете связаны развивающиеся в человеческом обществе этические ценности.

Теоретическая биоэтика - это совокупность знаний об отношении человека к живому, представленная в виде аксиологического дискурса.

Практическая биоэтика - институционально оформленная нормативная регуляция и ценностная экспертиза отношения человека к живому. Соответствующие предписания оформляются в виде клятв, хартий, деклараций, не являющихся юридическими по своей сути.

Источники формирования биоэтики – А) экологическое движение, опознавшее угрозу биологическому существованию человека в безудержном развитии научных технологий и технологическом подходе к природе. Биоэтика дополняет экологическую озабоченность выживанием человечества озабоченностью сохранения идентичности человека (включая моральную идентичность). Б) правозащитное движение, из которого отпочковалось движение за права пациентов. В) прогресс науки, превративший традиционные теоретические проблемы философии (включая антропологические и моральные) в актуальные экзистенциальные проблемы, требующие незамедлительного практического разрешения. Г) формирование идеологии культурного и ценностного плюрализма.

### Задание 1

Изучите направления деятельности различных общественных движений по защите животных. Перечислите сходства и различия в деятельности общественных движений в России и за рубежом. В соответствии с изученным материалом заполните таблицу 2.

Таблица 2

№ п/п	Наименование общественного движения	Год создания общественного движения, имя основоположника	Основные идеи и принципы деятельности общественного движения

### Задание 2

Изучите историю возникновения и развития законодательства по защите животных в России и за рубежом. Дайте характеристику и оценку законов в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3

№ п/п	Место введения и принятия закона	Наименование законопроекта (закона)	Основные принципы законопроекта (закона)

### Контрольные вопросы

1. Перечислите зарубежные и отечественные общественные

организации по защите животных.

2. На какие типы делятся общественные организации?
3. Назовите основные законы направленные на защиту животных?
4. Назовите законы в области защиты диких животных?
5. Перечислите основные характеристики взаимоотношений биоэтики с биополитикой?
6. Отличительные характеристики практической и теоретической.

### **Занятие 6. Религия и животные. Индуизм, буддизм, джайнизм. Иудаизм. Ислам. Христианство. Православное христианство. Права животных.**

Цель занятия – изучить вопрос взаимоотношения религии и животных. Рассмотреть как описывают основные принципы и правила по отношению к животным в различных религиях. Рассмотреть какими правами обладают животные в современном мире.

Наиболее древние религии возникли в Азии, и одна из самых ранних - **индуизм**. Высокое духовное развитие общества в Индии: развитые философия и принципы морали - позволило Индии стать первой страной, в которой религиозно-нравственные принципы запрещали потребление мяса и жестокое обращение с животными. Согласно религиозным воззрениям индусов, все животные: четвероногие, пернатые, покрытые чешуей - считались братьями и сестрами человека, общим отцом которых был Бог. Индийские Веды - религиозно-философские и научные труды, созданные в II-I вв. до н. э., - утверждали монотеизм и необходимость гуманного отношения с животными. Все живое на земле считалось одной семьей. Из этих представлений вытекала необходимость вегетарианства, как одно из следствий принципа непричинения вреда. Этот принцип - "ахимса" - проповедовали все святые, мудрецы и пророки Индии. Защита животных была важной частью нравственных норм индуса, исповедывавшего индуизм. Ахимса -



это и неубийство, и позитивная любовь. Это отношение к миру, которое необходимо, чтобы душа совершенствовалась.

Гуманное отношение к животным считалось более высокой формой этики поведения; в санскритских рукописях этот принцип назывался "сарва - бхута - хита", что означает "доброта ко всем существам", в противоположность более ограниченной морали - "лока - хита", предполагавшей доброту только к своему виду, т. е. к человеку. Согласно Ведам, первый из принципов включает и второй, и поэтому последователям ведических традиций рекомендовалось следовать первому, более всеобъемлющему принципу.

Индуизм подчеркивает родственную близость человека с природой, со всеми животными, а это делает невозможным враждебное или даже безразличное отношение к животным, с которым человек образует единство.

Менее известной из восточных религий, также проповедующих вегетарианство, был зороастризм. Основатель этой религии Заратустра (по-гречески Зороастер) жил в Персии примерно 600 лет до н. э., был известным защитником животных. Последователи его религии, спасаясь от преследований исламских владык, бежали в Индию, где религия была гораздо ближе к их собственной.

Буддизм возник как религиозное движение, которое отличалось от индуизма непризнанием ведических текстов и жертвоприношений животных. Основатель этого движения Будда жил с 563 по 483 г. до н.э. и считается современником основателя джайнизма Махавиры. Как и джайнизм, буддизм не считает мир сотворенным богом. Смена жизней, согласно буддизму, существовала всегда. Высшим достижением человека является нирвана - освобождение от всех привязанностей, которую можно достичь с помощью медитации. Буддизм исповедует веру в перевоплощение: каждое существо может родиться в виде животного, голодного духа, адского существа, демона, человека или бога. Поскольку животные постоянно страдают, рождение животным является наказанием за прошлые грехи. Эта вера заставляет человека постоянно помнить о том, что он может тоже оказаться на месте животного. В поучительных историях,

рассказанных Буддой, он рисует себя в прошлых рождениях кроликом, лебедем, рыбой, птицей, обезьяной, слоном, оленем.

**Буддизм**, как его исповедуют сейчас вне Индии, допускает отступление от принципа ахимсы и от вегетарианства, таким образом, буддизм утратил в этих странах роль религии, защищающих животных от жестокости. Например, в Японии, хотя и потребляется мало мяса, широко используется в пищу рыба. Только в монастырях, исповедующих дзен-буддизм, строго соблюдается вегетарианство и другие принципы исконного буддизма.

Третьей ведущей религией Индии является **джайнизм**. Эта религия довела до полного логического развития идеи ахимсы и наиболее бескомпромиссно защищает все формы живых существ. Джайнизм был основан святым Махавирой (VI век до н. э.), получил значительное распространение в Индии и в настоящее время насчитывает более 4 миллионов последователей. Джайнисты не только строгие вегетарианцы, но они также не считают возможным убивать любое живое существо, вплоть до насекомого. Центральной в этом учении является доктрина, что все сущее разделяется на живое и неживое. Живые существа классифицируются в иерархическом порядке в соответствии с количеством ощущений (чувств), которыми они обладают. Черви обладают чувством осязания и вкуса, жуки, муравьи имеют чувство осязания, вкуса и обоняния. Моль, пчелы и мухи, кроме того, имеют чувство зрения. Змеи, помимо этих чувств, имеют чувство слуха, а звери, рыбы и человек имеют шесть чувств: зрения, вкуса, слуха, обоняния, осязания и мышления. Таким образом, человек попадает в одну категорию с рыбами и зверями.

**Иудаизм**. Отношение евреев к животным, как можно судить по Ветхому Завету, было вполне гуманным. Поскольку высшим нравственным принципом иудейской религии является подражание Богу, то нравственным долгом верующих должно было стать сострадание к животным. В Библии прямо указывается, что человек должен приходить на помощь животному.

Другой причиной, обязывающей человека совершать акты милосердия по отношению к животным, была мысль о том, что жестокость по отношению к животным развивает безжалостность

в человеке и, наоборот, добрые дела способствуют развитию в человеке сострадания, гуманности.

И все же, иудаизм неоднозначно высказывался против жестокости к животным, ссылаясь на промысел Бога.

Библия разрешала человеку использование животных в пищу. Тем не менее, иудаизм проявлял заботу о том, как будет убито животное, стремление к тому, чтобы животное меньше страдало. Согласно религиозным источникам (Маймонида, Риган, с. 89), смерть животного должна быть возможно легкой, и нож для этого должен быть острым. Поэтому религиозный закон разрешает иудеям есть мясо, только если животное убито ритуальным способом, отвечающим описанным требованиям.

Древнейшей и широко распространенной религией Востока является **Ислам**. Эта религия уделяет достаточно большое внимание вопросу отношения к животным и рассматривает его как нравственную проблему.

Мусульмане верят, что Бог создал и людей, и животных, хотя люди были созданы особым путем, когда Бог вдохнул душу в Адама. Мусульман учат, что Бог дал человеку власть над животными, однако, плохо обращаться с животными означает не подчиняться воле Бога.

Отношение мусульман к животным как религиозно-нравственная проблема основывается на двух главных религиозных источниках: первый - Коран, священное писание, открытое пророку Магомету в период продолжительностью 22 года (с 610 по 632 гг.). Вторым источником является Хадит ("традиция"), который рассматривается как толкование Корана и основа исламского закона. В случае неясности толкования в конкретном случае муфтии - духовные руководители ислама - обращаются к прецеденту, к традиции.

И Коран, и Хадит учат, что "нет животного на земле и птицы, летающей на крыльях", которые не были бы такими же созданиями, как и человек, иными словами, животные имеют ценность сами по себе, а не в плане их отношения к человеку. Все животные имеют жизнь, индивидуальную и социальную, как это имеет человек. Бог сотворил все создания, в том числе и человека;

показательно то, что человек не выделяется в особое творение в этих словах, перечисляется с другими видами животных.

**Христианство.** Христианская мораль формировалась на фоне нравов Римской империи. Крайняя жестокость зрелищ - массовое умерщвление животных на арене - не означала, что у римлян отсутствовало чувство справедливости, даже гуманности по отношению друг к другу. Однако, требования нравственности у римлян распространялись только на себе подобных. Не только животные, но и люди другой веры: христиане-пленники, преступники, рабы не вызывали у них сострадания. Христианство противопоставило этой избирательной идее нравственного долга идею драгоценности любого человека. Но дальше оно не пошло. Если некоторые восточные религии утверждали, что любая жизнь драгоценна, то христианство выделило человека, как обладающего бессмертной душой, и противопоставило его всему остальному миру живого, сделало его центром мироздания, заимствовав эту идею у иудаизма. Христианство сурово осуждало бои гладиаторов, рассматривая их как убийство, и под его влиянием бои гладиаторов прекратились в IV веке. В то же время христианская религия никак не высказывалась относительно безнравственности жестокого обращения с животными, умерщвления их или пыток.

**Православное христианство.** Православное христианство основывает свои нравственные принципы на учении Христа, изложенном в Новом Завете Библии - Евангелии. Исходные положения христианского учения - о доброте, ненасилии, самосовершенствовании - развивались в соответствии с общим нравственным уровнем человечества и в последующие эпохи получали все новое преломление, которое отвечало более высокому культурному уровню общества. Идеи доброго, милостивого отношения к животным получили развитие и в русском христианстве. Один из известнейших, особо чтимых русских святых Сергей Радонежский приручал диких животных, приходивших к монастырю из лесов.

Один из любимейших святых позднейшего времени (XIX век) Серафим Саровский изображается с медведем, которому он дает кусок хлеба. Появление животного на иконе многозначительно. Это изображение не символично, но автобиографично, и

иконописец желает подчеркнуть, что святой был столь милостивым, что это чувствовали даже дикие звери и подходили к нему, не боясь и не нападая. В этой сцене изображается не только слияние святого с миром живого, его принятие всех тварей, но и доброту, выходящую за рамки долга перед человеком, доброту к животным, которую они чувствовали, которая была так велика, что заставляла животных забыть свой вековечный ужас перед человеком. Эти святые были вегетарианцами, Серафим Саровский, например, питался крайне скудно - "снывать" (вид травы).

Хотя русская православная церковь немного говорила об этике отношения к животным, тем не менее, в начале этого века в ее поучениях содержалась и тема доброго отношения к животным. В 1912 г. Московское общество любителей духовного просвещения выпустило небольшую брошюру "О кротком и жалостливом обращении с животными". Автор книги называет грубое и жестокое обращение с животными пороком, который "тем более заслуживает порицания и осуждения, что ничем не может быть извиняем".

### **Права животных**

Вторая половина XX века увидела новый подход к проблеме взаимоотношения человека с животными. Если ранее защитники животных не ставили вопроса о том, есть ли у них какой-либо нравственный долг перед животными, то новое движение за Права животных, возникшее в конце 60-х - начале 70-х гг. нашего века, провозгласило, что животные имеют такие же права, как любое другое существо на земле, на жизнь, на избавление от страданий. Сторонники прав животных утверждают, что осуществление человеком права сильного по отношению к животным представляет собой такую же дискриминацию, как угнетение людей другого пола или другой расы.

Началом движения за Права животных можно считать публикацию большой статьи известной писательницы Бриджит Брофи под названием "Права животных" в 1965 году. Брофи писала: "Взаимоотношения между homo sapiens с другими животными представляют собой безжалостную эксплуатацию. Мы используем их труд; мы поедаем их и одеваемся в них. Мы используем их, чтобы служить нашим предрассудкам: если раньше

мы приносили их в жертву нашим богам и вырывали их из внутренности, чтобы предсказать наше будущее, то теперь мы приносим их в жертву науке и экспериментируем на их внутренностях в надежде, что может быть, совершенно случайно - мы сможем немного яснее видеть наше настоящее".

Доктор философии Том Риган обосновывает права животных с позиций логики. В своих книгах: "Борьба за права животных" (1987), "Жертвы животных" (1986), "Дело о правах животных" (1984), "Права животных и долг человека" (1976) под редакцией Т. Ригана и П. Сингера - он занимает твердую позицию в данном вопросе и утверждает, что почти все взаимоотношения человека с животными носят эксплуататорский характер. В то же время животные имеют право на удовлетворение потребностей и реализацию своих природных целей. Поскольку животные имеют моральный статус, то они имеют и права. Моральный статус животных вытекает из признания индивидуальной самоценности животных, ценности, которая не зависит от пользы для человека. Самостоятельная ценность живого существа определяется не его полезностью, а способностью к субъективному восприятию своей индивидуальной жизни и степени ее благополучия. Т. Риган отмечает, что люди не лишают морального статуса младенцев, умственно отсталых людей и стариков, от которых мало пользы обществу, поэтому мы должны признать и моральный статус животных. Он возражает и против утверждения, что решающую роль играют различия в юридическом статусе человека и животных, указывая на переменчивость юридических норм. Для того, чтобы убедиться в этом, достаточно вспомнить, что совсем недавно права негров не отличались от прав домашнего скота.

### **Основные принципы обращения с животными**

Обращение с животными основывается на следующих нравственных принципах и принципах гуманности:

- 1) отношение к животным как к существам, способным испытывать эмоции и физические страдания;
- 2) ответственность человека за судьбу животного;
- 3) воспитание у населения нравственного и гуманного отношения к животным;

4) научно обоснованное сочетание нравственных, экономических и социальных интересов человека, общества и государства.

### **Защита животных от жестокого обращения**

1. Животные должны быть защищены от жестокого обращения.

2. При обращении с животными не допускаются:

1) проведение на животных без применения обезболивающих лекарственных препаратов для ветеринарного применения ветеринарных и иных процедур, которые могут вызвать у животных непереносимую боль;

2) натравливание животных (за исключением служебных животных) на других животных;

3) отказ владельцев животных от исполнения ими обязанностей по содержанию животных до их определения в приюты для животных или отчуждения иным законным способом;

4) торговля животными в местах, специально не отведенных для этого;

5) организация и проведение боев животных;

6) организация и проведение зрелищных мероприятий, влекущих за собой нанесение травм и увечий животным, умерщвление животных;

7) кормление хищных животных другими живыми животными в местах, открытых для свободного посещения, за исключением случаев, предусмотренных требованиями к использованию животных в культурно-зрелищных целях и их содержанию, установленными Правительством Российской Федерации.

### **Запрещение пропаганды жестокого обращения с животными**

1. Запрещается пропаганда жестокого обращения с животными, а также призывы к жестокому обращению с животными.

2. Запрещаются производство, изготовление, показ и распространение пропагандирующих жестокое обращение с животными кино-, видео- и фотоматериалов, печатной продукции, аудиовизуальной продукции, размещение таких материалов и

продукции в информационно-телекоммуникационных сетях (в том числе в сети "Интернет") и осуществление иных действий, пропагандирующих жестокое обращение с животными.

### Задание 1

Изучите основные направления в религии, рассмотрите основные отличия в религиозных взглядах на ценность животных и отношении человека к животным.

В соответствии с изученным материалом заполните таблицу 4.

Таблица 4

№ п/п	Наименование религии	Основные принципы и правила в отношении к животным

### Задание 2

Изучите законодательство регламентирующее основные права диких и домашних животных. Составьте перечень прав животных, представьте информацию в виде схемы:

Права животных

- 1) права домашних животных
- 2) права диких животных
- 3) права животных, используемых в целях развлечений

Отметьте основные сходства и различия

### Задание 3

В группе разработайте проект закона, который будет содержать основные правила содержания и использования животных в следующих ситуациях:

- 1) содержание редких животных в домашних условиях;
- 2) содержание и использование животных с целью удовлетворения основных потребностей человека;
- 3) использование различных видов животных в цирках, контактных зоопарках и так далее.



### **Контрольные вопросы**

1. Перечислите основные принципы отношения к животным в индуизме?
2. Назовите отличие взглядов на место животных в мире в буддизме и иудаизме?
3. Назовите основных защитников прав животных.
4. Назовите основные общепринятые принципы обращения с животными?
5. Назовите отличия и сходства в правах домашних и диких животных.

### **Занятие 7. Использование животных человеком и проблемы биоэтики. Животные и развлечения. Дикие животные. Воспитание этичного отношения к животным как часть нравственного воспитания.**

Цель занятия – изучить правовые и законодательные аспекты вопроса использования животных для развлечения. Изучить возможные пути решения вопроса использования сельскохозяйственных и диких животных человеком. Описать возможные пути решения этического и культурно-нравственного отношения к животным.

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. Для образованного человека, который строит свое поведение в соответствии с законами логики и справедливости, неразрешимой проблемой является противоречие между требованиями общепризнанной морали: не убивать, не причинять страданий другому, быть милосердным, сострадать чужой жизни - и между участием в постоянном умерщвлении чувствующих, думающих существ. Человечество никогда всерьез не верило в отсутствие у животных способности думать и чувствовать и принимало эти теории для облегчения своей совести.

Выращивание животных в пищу критикуется современными эристами 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 так называемого интенсивного выращивания. Впечатляющую картину жестокого обращения с животными в условиях интенсивного животноводства рисует Питер Сингер в своей книге "Освобождение животных". Резко отрицательное мнение о способах использования скота высказывают не только активисты движения за защиту животных, но и ветеринарные специалисты; так, Научно-естественный центр ветеринарии в Шрусбери (Великобритания) пришел к выводу, что молочные коровы содержатся в условиях, не соответствующих их естественным потребностям. По мнению специалистов, одной из серьезных травм для коровы является отъем теленка от матери сразу после его рождения. Еще более тяжелой оказывается потеря матери для самого теленка. Его помещают в отдельный загон, где он находится в полной изоляции. Это травмирует психику новорожденного животного.

Еще одной причиной стрессов у кур является отсутствие поисков корма, невозможность разгребать землю; в естественных условиях питание занимает 50% времени птицы и является важным стимулом в ее жизни. Другая причина - невозможность строить гнездо при откладывании яиц.

Еще один вид животных, выращиваемый на фермах, - пушные животные. Главным стрессовым фактором для этих животных

также является содержание их на крайне ограниченном пространстве, отсутствие мотивации в их существовании. Такие животные, как лисы, например, которые пробегают в день десятки километров, обходя свою территорию, составляющую около 20 кв. км., вынуждены сидеть в очень тесной клетке, в полном бездействии. Стрессорное состояние животных на ферме выражается в развитии у них стереотипных движений, приводит к каннибализму - поеданию друг друга.

Уже к настоящему моменту стало очевидно, что генная инженерия приносит значительные страдания животным; например, около 25% телят, полученных с помощью клонирования, почти вдвое превышает нормальные размеры в момент рождения и при отеле необходимо хирургическое вмешательство (кесарево сечение). У трансгенных животных развиваются такие заболевания, как перикардит, расширение сердца, печени, других внутренних органов; вырастают более крупные и тяжелые кости; развиваются артрит, диабет, потеря аппетита, стерильность, затрудненное дыхание, постоянный стресс и потеря иммунитета к заболеваниям.

Опрос общественного мнения в европейских странах показал, что 20% населения заявили, 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. В Сенат США были поданы законопроекты о наложении мораториума на проведение биотехнологических исследований в области генной инженерии, в частности сроком на 5 лет, с целью рассмотрения за этот период экономических, экологических и этических проблем, связанных с данной областью исследований.

Ученым представляется, что манипуляции с генами, приводящие к появлению новых видов животных, не только неэтичны, но представляют опасность в экологическом плане, меняя генофонд современных видов животных.

Животные до сих пор используются в различного рода развлечениях, и многие из последних сохранили свой жестокий характер. Одним из наиболее популярных развлечений являются охота и рыболовство.

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.

Фантазия, разнообразие, с которой человек обставляет охоту, доказывает одно - он действительно получает огромное удовольствие от процесса убивания, от вида предсмертных мук другого существа.

Трудно сказать, чья жизнь грустнее: животных зоопарка, лишенных всякой деятельности, или цирка, которых насильно заставляют выполнять противоестественные для них действия. 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.

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. Листовка Гуманного общества США, гласящая: "Это и их мир тоже", показывает фотографии различных обитателей земли, или, как их иногда называют, наших сопланетных жителей. У животных так же, как и у человека, нет другого места обитания, кроме этой

планеты, и перед ними также стоят проблемы экологического характера - возможности выживания на Земле.

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. Бездумное и безжалостное истребление миллиардов живых существ, исчезновение целых видов животных потрясли ученых, подводящих итоги деятельности человека за последние несколько столетий. 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.

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, пострадали 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.

Биоэтика, как уже указывалось выше, - это составная часть этики, т. е. область нравственного отношения к окружающему

человека миру. Этичный человек не может оставаться равнодушным к страданиям другого, даже если этот другой - животное. Этика отношения к людям и этика отношения к животным - биоэтика - имеют одну и ту же психическую основу - способность сопереживания. Поэтому воспитание у детей доброго отношения к животным формирует у них такие социально важные качества, как отзывчивость, доброта.

Нравственное воспитание ребенка состоит в том, что ему постоянно напоминают об интересах других; когда в основу воспитания положена не просто этика, а универсальная этика, ребенку постоянно указывают, что и животные имеют потребности, способны чувствовать. Универсальная этика расширила рамки философии и дополнила круг лиц, по отношению к которым человек должен чувствовать ответственность; и биоэтическое воспитание - это наиболее полное и логическое решение задач воспитания, это формирование гармонически развитой личности, руководствующейся в своих действиях не просто традициями, не антропоцентрической моралью, оправдывающей дурные методы благородными целями, но оценивающей потребности каждого живого существа по справедливости и учитывающей их в своей деятельности.

При биоэтическом воспитании устраняется та ущербность миропонимания, которую Швейцер называл игрой на рояле, когда нельзя касаться определенных клавиш - эти клавиши представляли собой те области деятельности человека, которые не выдерживали критики с точки зрения этики т. е. отношение человека к животным.

Проявление сострадания к животным, наблюдавшееся как отдельные выступления личностей в эпохи средневековья и Возрождения, принимает массовый характер в конце XVIII века; в XIX веке начинается общественное движение в защиту животных в глобальных масштабах и создается правовая основа защиты животных; в XX же веке создается концепция Прав животных. Защитники животных прошлых эпох пытались мирить принципы антропоцентризма (утверждавшего, что все, происходящее с животными, не имеет значения) с собственным мироощущением и говорили о милосердии к животным, украшающем человека, о

покровительстве животным, пусть даже и не имеющим права на такое покровительство, т. е. пытались следовать двум линиям этичного поведения: в отношении людей и в отношении животных. После того, как была сформулирована концепция Прав животных, эти две линии слились, этика стала единой. Как указывали теоретики Прав животных, был опрокинут последний барьер - дискриминация по биологическому виду (предыдущими барьерами были расовая и половая дискриминации).

Задача нравственного воспитания - формирование этичного человека. Как указывалось выше, этика понимается как ответственность перед окружающими в самом широком смысле. Но человек может чувствовать ответственность за окружающих и действовать в их интересах только, если он способен к сопереживанию, к восприятию чужой боли. Поэтому нравственное воспитание, в первую очередь, должно иметь задачей формирование у ребенка милосердия, доброты, 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. Окружающие ребенка взрослые до такой степени сильнее ребенка, что любая ситуация, когда ребенок "оказывает помощь" взрослому, страдает нарочитостью.

В отличие от взрослого, для ребенка контакты с животными гораздо более важны, потому что их 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, т. е. смотрит на мир глазами другого существа, и ему гораздо легче поэтому сопереживать с другим существом. Известно, что дети более отзывчивы в отношении животных, более обостренно переживают то, что происходит с животными. Для детей жестокий поступок по отношению к животному воспринимается как тяжелая драма;

жестокость родителей к животным иногда служила причиной отчуждения ребенка от родителей, неприязни к ним.

Следовательно, отношение детей к животным - это та область деятельности ребенка, где можно наиболее успешно осуществлять нравственное воспитание. Кроме прямой цели: воспитания доброго отношения к животным, уважения к их жизни, - при этом достигается и другая цель - формирование нравственного человека в целом. Милосердие, доброта, отзывчивость - это черты характера, которые являются базовой характеристикой личности, неотъемлемы от нее. Если человек научился сопереживать с другим существом - пусть это животное - он также сочувственно отнесется к чужой боли, если страдает человек.

Сейчас становится очевидным, что взаимоотношения человека с окружающим миром должны отвечать принципам универсальной этики Швейцера - человек должен уважать все живое. Это принцип биоцентризма, и в случае формирования у ребенка биоцентрического мировоззрения, выигрывает и общество: биоцентрическое мировоззрение предполагает уважение к интересам всего живого, и людей, и животных.

Этичное отношение ребенка к животному должно начать формироваться в семье с первых лет жизни ребенка. Главным воспитывающим фактором является пример родителей и других взрослых, окружающих ребенка. Доброе обращение с домашними животными: исключение грубого обращения с ними, причинения им боли, внушения страха - должно стать нормой отношения к животным для ребенка. Взрослые должны с серьезностью относиться к потребностям животных, удовлетворять не только их потребности в пище, воде, моционе, но и в общении; животные могут страдать от одиночества, бездействия, скуки. Из поведения взрослых ребенок должен усвоить, что животные - тоже члены семьи, что их потребности важны, что они могут чувствовать и понимать окружающее в большой степени, как и люди. Ребенок может понять, когда взрослые испытывают ответственность за судьбу животного, за его психическое и физическое состояние, - и для ребенка становится нормой помнить об интересах животного. Воспитывающим моментом для ребенка может служить не только обращение с домашними животными; взрослые должны всегда



комментировать поведение или состояние животных, которых ребенок наблюдает в природе.

Рассматривая методику формирования этического отношения учащихся к окружающему миру на уроках природоведения и биологии, можно выделить следующие три принципа.

Принцип первый. Формирование этического отношения ребенка к окружающим происходит через воздействие на эмоции ребенка - "путь через сердце". Выбор этого пути диктуется возрастными особенностями учащихся, которые острее воспринимают эмоциональную информацию, чем рациональную; хотя в каждом случае эмоции и подкрепляются рациональными аргументами.

Принцип второй. Принцип воздействия на эмоции ребенка и подростка диктует необходимость использования также принципа активности, т. е. личной заинтересованности в судьбе животного, личного участия в судьбе животного, в различных формах; сбор информации о нем, деятельность, приносящая пользу животному, дискуссии, касающиеся вопросов отношения к животному. Учащиеся в классе и при выполнении внеклассных работ обсуждают проблемы, связанные с жизнью животных, помогают животным, наблюдают за ними, читают о них, пишут сочинения, рисуют животных, играют в ролевые игры, представляя себя на месте животного.

Принцип третий. Формирование этической личности воспитателя. Важнейшим воспитывающим фактором при осуществлении данной программы становится личность учителя. Только его искренняя заинтересованность в теме, доброе отношение к животным убедят детей в серьезности того, что он рассказывает. Формальный подход к осуществлению программы этического воспитания приводит к пустой потере времени.

#### Задание 1

Рассмотрите и предложите варианты решения ситуационной задачи. В городе провели открытие океанариума, обоснуйте свое мнение по отношению к проведению данного мероприятия (опишите плюсы и минусы). Какие меры вы предложите для соблюдения прав животных, а так же улучшению условий их содержания?

## Задание 2

Какие вопросы изучает и решает предмет биоэтики в жизни диких животных. Разработайте ряд мероприятий по соблюдению прав и условий обитания диких животных в естественных условиях обитаниях основываясь на основные принципы биоэтики.

## Задание 3

Представьте, что вы являетесь учителем биологии и экологии в начальных классах. Распишите какие мероприятия вы сможете провести с детьми с целью воспитания этичного отношения к животным? Разработайте систему мероприятий направленную на популяризацию экологического и биоэтического воспитания детей в начальных классах? Чем может отличаться экологическое воспитание у учеников начальных классов и учеников старших классов?

## Контрольные вопросы

1. История использования животных человеком?
2. Назовите основные принципы этичного отношения человека к животным.
3. Цели и задачи нравственного воспитания детей.
4. Назовите три принципа этичного воспитания школьников.
5. Перечислите отличия этичного воспитания отношения человека к животным в зависимости от возраста обучающегося.

**Занятие 8. Проблемы животноводства. Альтернатива животноводству. Экспериментирование на животных. Альтернативное биотестирование. Принцип «Трех R»: reduce, refine, replace. Замена высших животных в биотестировании молекулярно-генетическими тестами, а также низшими, беспозвоночными моделями. Роль и место беспозвоночных моделей в биологии: история вопроса и современное состояние (русская специфика).**

Цель занятия – изучить основные проблемы современного ведения животноводства. Рассмотреть и ознакомиться с

возможностью замены высших животных в биотестировании и проведении научных исследований. Изучить вопрос применения альтернативного биотестирования и ориентированность на принцип «трех R».

Животноводство является одной из самых сложных нравственных проблем человечества. 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 так называемого интенсивного выращивания. Впечатляющую картину жестокого обращения с животными в условиях интенсивного животноводства рисует Питер Сингер в своей книге "Освобождение животных". Резко отрицательное мнение о способах использования скота высказывают не только активисты движения за защиту животных, но и ветеринарные специалисты; так, Научно-естественный центр ветеринарии в Шрусбери (Великобритания) пришел к выводу, что молочные коровы содержатся в условиях, не соответствующих их естественным потребностям.

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.

Представляет интерес рассмотреть деятельность человечества в этих трех направлениях.

История знает много имен людей, прославивших себя в различных областях деятельности: философии, религии, литературе, искусстве, науке, которые отказались от потребления мяса и активно выступали за вегетарианство.

Среди великих вегетарианцев древности следует назвать Будду, Пифагора, Плутарха; эпоха Возрождения дала таких известных вегетарианцев, как Леонардо да Винчи, французский философ Гассенди; 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.

Тем не менее, до того, как эти данные были получены, люди приходили к мысли, что мясо не является естественной пищей для человека. Говоря языком науки нашего времени, человек генетически не приспособлен к питанию мясной пищей.

В современном мире насчитывается около 1 млрд. сторонников вегетарианского питания.

Третий аргумент против животноводства и потребления мяса - их отрицательное влияние на экологическую обстановку на планете и экономическая нерентабельность.

Считается, что животноводство предназначено прокормить население мира. Как ни иронично это звучит, но скот начинает конкурировать с человеком, требуя себе обрабатываемой земли, пищи, воды, построек и топлива, а отходы животноводства становятся одним из главных источников загрязнения окружающей среды. В Великобритании сейчас, например, 90%

используемой в сельском хозяйстве земли предназначено или для пастбищ, или для выращивания кормов для животных.

Проблема обеспечения человека продовольствием стоит достаточно остро, население земного шара ежегодно возрастает.

Однако известно, что выгоднее выращивать растительную пищу - можно получить в 5-10 раз больше растительных продуктов питания с той же площади по сравнению с выращиванием мясной продукции.

Особенно катастрофично то, что для выращивания скота ежегодно вырубаются тропические леса. При этом исчезают целые виды животных и растений: количество последних составляет 1 тыс. видов в год.

Уничтожение тропических лесов, а также интенсивное животноводство приводят к необратимым изменениям в климате Земли, усиливают парниковый эффект. Состав газов, которые влияют на температуру на поверхности Земли, медленно изменялся в течение долгих геологических эпох.

С конца XIX в. в результате резкого скачка в развитии промышленности значительно возросло количество сжигаемого природного топлива. При его сгорании в атмосферу стало поступать огромное количество углекислого газа  $\text{CO}_2$  - основного газа, создающего парниковый эффект.

Вопрос о допустимости экспериментов на животных является второй сложной нравственной проблемой в области взаимоотношения человека и животных, которую человечество пытается и не может пока решить. Современные представители медицины утверждают, что экспериментирование на животных является необходимым источником знаний для медицины и без него человечество не сможет бороться с болезнями. Однако эксперименты на животных, начавшиеся около 300 лет назад, занимают весьма незначительный отрезок истории медицины, которая достигла значительных успехов в разные эпохи, не пользуясь экспериментальными данными.

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.

Критика экспериментов в этическом и научном плане послужила 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 R" - три слова: совершенствование, снижение и замена - начинаются в английском языке с буквы "R". 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.

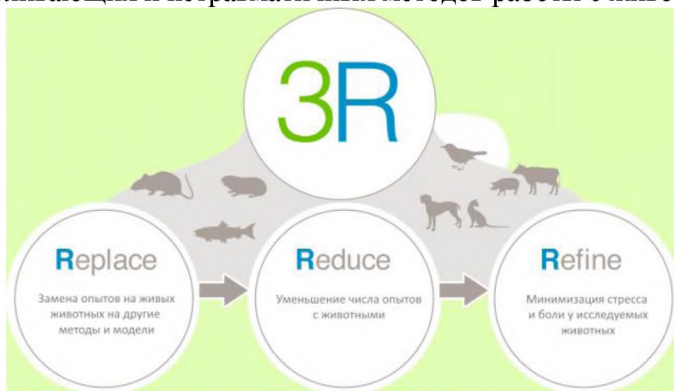


Рис.6. Схема принцип трех R

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).

**Replacement** – замена в опыте, когда это возможно, высокоорганизованных животных менее развитыми живыми объектами, альтернативными методами: экспериментами на культуре клеток и тканей, изолированными органами, физико-химическими и биохимическими системами, экспериментами на микроорганизмах и растительных объектах, компьютерными и математическими моделями. Возможно использование культур клеток тканей (методы *in vitro*) при определении общей токсичности химических соединений для человека и животных, оценки иммунотоксичности, нефротоксичности, гепатотоксичности, нейротоксичности, фототоксичности, экотоксичности, канцерогенности. Получены биополимеры, эквивалентные человеческой коже. В фармацевтической промышленности для изучения фармакологических эффектов новых молекул разработана модель с использованием рыбок данио или зебрафиш (*zebrafish*), которая на определенных этапах исследования может стать альтернативой использованию грызунов.

Информация о существующих альтернативных методах регулярно публикуется во многих международных журналах, наиболее популярным из которых признан *ATLA (Alternatives To Laboratory Animals)*. Для медико-биологических экспериментов, в которых лабораторные животные служат инструментом измерения активности каких-либо веществ, препаратов, например вакцин, сывороток или гормональных средств, генотип несущественен, вопросы экстраполяции необязательны, поэтому для «биопробы» можно использовать гибриды как линейных животных, так и аутбредных.

Эксперименты, в которых предполагается моделирование патологических состояний (онкологические исследования, изучение процессов воспаления, иммунитета, мутаций), проводятся только на определенных линиях, так как важна роль

генетических факторов в развитии изучаемого состояния. Для выполнения исследований влияния различных веществ и факторов внешней среды можно ограничиться выбором одной линии или гибридной комбинации. Если есть информация, входящая в характеристику линии, то выбор существенно облегчается. Например, наиболее чувствительны к химическим мутагенам следующие линии мышей, рекомендованные для цитогенетического тестирования: TPS/Y, 101/HY, C57BL/6Y, WR/Y. Относительно резистентной «нормальной» линией считается линия CBA/LacY.

Существуют линейные различия у животных по степени иммунного ответа. Часто низкочувствительные линии к патогенному действию антигена отвечают на него высоким титром антител. Например, линия мышей BALB/c малочувствительна к стафилококковой инфекции, но дает высокий иммунный ответ на вакцину пневмококков группы А, а у мышей линии C57BL/6 отмечена обратная зависимость. В то же время имеются отчетливые параллели, как, например, в случае усиления чувствительности к аудиогенным припадкам инбредные линии мышей располагаются в такой последовательности: G57BL/6, BALB/c, SM, CBA, SJL, AKR. FP, 129, LP, DBA/2. Отбор той или иной линии основывается прежде всего на генетических и биологических особенностях каждой линии. Возможно использование других категорий генетически контролируемых животных: гибриды первого поколения (F1) от скрещивания двух инбредных линий, конгенные и конгенно-резистентные линии, мутантные линии и стоки, сложные гибриды (тетрагибриды), рандомбредные линии. Выбор животных той или иной категории определяется целью и характером самого исследования.

**Reduction** – это достижение воспроизводимых результатов с использованием минимального количества животных; адекватный выбор лабораторных животных; использование стандартных по микробиологическим, генетическим и экологическим параметрам животных; оптимальное планирование и, что крайне важно, использование статистических методов не только при обработке полученных данных, но и на стадии планирования.



Одним из наиболее надежных путей снижения количества животных, используемых в экспериментах, является дальнейшее развитие и осуществление стандартизации лабораторных животных по генотипу, микрофлоре и экологическим параметрам. Благодаря уменьшению количества переменных факторов стандартизация может помочь в получении более надежных результатов на меньшем количестве животных.

Состояние живых объектов зависит от воздействия многочисленных как экзогенных, так и эндогенных факторов, влияние которых далеко не всегда бывает явным и легко регистрируемым. Среди них прежде всего следует отметить факторы инфекционной и инвазионной природы. Различные, в том числе даже патогенные представители вирусной и бактериальной флоры, не всегда вызывают клинически явную картину заболевания. Часто они протекают в латентной форме или же в виде носительства.

В настоящее время актуальность приобретает так называемая оппортунистическая эндогенная инфекция, активизирующаяся при иммунодефицитных состояниях. Полноценность корма, сбалансированность всех его компонентов является важнейшим условием, обеспечивающим здоровье животного, поддержания неспецифической резистентности его организма на высоком уровне. Велико также воздействие экологических факторов на статус животного – условий его содержания и микроклимата. Все эти моменты, не учитываемые при проведении эксперимента, искажают и даже извращают его результаты.

**Refinement** – это улучшение условий содержания лабораторных животных и использования их в экспериментах, уменьшение дистресса животных во время экспериментов и применение обезболивающих средств, но не в ущерб цели эксперимента. С точки зрения внешних проявлений и физиологии, животные реагируют на непереносимые боль и дискомфорт так же, как и люди. Концепция исследования боли на животных включает в себя представления о том, что животное не должно подвергаться боли в большей степени, чем может выдержать человек.

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 аллантаисная 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 Ноттингэм - Фонд

замены животных в медицинских экспериментах, в Италии в городе Испра - Европейский центр апробации альтернативных методов, в Берлине, Германия, - 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 ЛД50.

Однако еще более перспективной альтернативой современной экспериментальной медицине представляется холистическая медицина, которая не просто устраняет необходимость в тестировании бесконечной вереницы лекарств, но предлагает иной 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 современных хронических заболеваний: сердечно-сосудистых, онкологических, аллергических. Методы холистической медицины - это нормализация режима питания человека (вегетарианское), очищение организма с помощью лечебного голодания, массаж, водолечение, а также прием, в случае необходимости, гомеопатических лекарств, которые не разрушают защитных сил организма, а, наоборот, тренируют их, не имеют побочных эффектов. Гомеопатические лекарства не испытываются на животных.

#### Задание 1

Изучите вопрос развития различного отношения и научных взглядов на решение вопроса «Альтернатива животноводства». В рабочей тетради запишите какие возможные альтернативы предложили бы вы в настоящее время.

#### Задание 2

Изучите историю развития проведения экспериментов на животных. Предложите какими методами можно заменить

лабораторных животных при проведении исследований. Возможно ли полная замена лабораторных животных в настоящее время.

### Задание 3

Ответьте на вопрос: Насколько актуален метод замены высших животных при проведении биотестирования на молекулярно-генетические тесты и низших беспозвоночных моделей.

### Контрольные вопросы:

1. Назовите основные проблемы современного животноводства?
2. Перечислите возможные альтернативы животноводству?
3. Кто предложил программу гуманизации?
4. Что такое принцип «трех R»?
5. Перечислите альтернативные варианты по замене животных при проведении научных исследований?

### **Занятие 9. Проблема принципов биологии в медицине (доказательная медицина) Узловые вопросы клонирования органов и тканей человека. Этические проблемы взаимоотношений биолога и живых природных объектов. Новые медицинские технологии**

Цель занятия – изучить вопрос этики клонирования животных и людей. Изучить и описать новые медицинские технологии и приемы в проведении биологических исследований.

Доказательная медицина (ДМ) - это интеграция наилучших научных доказательств с клиническим опытом и потребностями пациента «Доказательная медицина» - это добросовестное, детальное и разумное использование лучших современных доказательств при принятии решений по ведению отдельных пациентов. Практическое применение доказательной медицины означает интеграцию индивидуальной клинической компетентности с лучшими из доступных внешних клинических доказательств, полученных из систематических обзоров. Под лучшими имеющимися клиническими доказательствами мы

подразумеваем клинически значимые исследования, ориентированные на пациента, результатом которых станут точность и достоверность диагностических тестов и медицинских осмотров, значимость прогностических показателей, эффективность и безопасность терапевтического, реабилитационного и профилактического режимов.

Пациенты и врачи ежедневно сталкиваются с ненадежной медицинской информацией. Достаточно упомянуть многочисленные рекламные ролики, где демонстрируется якобы высокая эффективность какого-либо нового препарата по сравнению с «обычным», показанная, как утверждается, в ходе научного исследования.

Растущая потребность в критической оценке медицинской информации с целью установления её надежности и достоверности привела к необходимости выработки концепции доказательной медицины (ДМ).

Согласно концепции ДМ ни один новый метод лечения, профилактики или диагностики не может быть признан эффективным без обязательной тщательной проверки в ходе рандомизированных контролируемых испытаний.

В настоящее время считается, что неправильно проведенное исследование является неэтичным по крайней мере по следующим основаниям:

1. Пациенты в ходе исследования подвергаются неоправданному риску.

2. Происходит неэффективное использование ресурсов (финансов, времени исследователей), которые могли бы быть потрачены на решение более важных проблем.

3. После публикации неверных результатов дальнейшие исследования направляются в неправильное русло.

4. Применение неверных результатов исследования в медицинской практике способно причинить вред пациентам.

Особый интерес в биоэтическом контексте представляет проблема клонирования.

Методы клонирования

- манипуляции со стволовыми клетками;
- пересадка клеточного ядра.

Уникальность стволовых клеток заключается в том, что, когда они попадают на поврежденные участки разных органов, то они способны превращаться в клетки именно такого типа, которые необходимы для восстановления ткани (мышечные, костные, нервные, печеночные и т.д.). То есть, используя технологию клонирования, можно «на заказ» выращивать необходимые человеческие органы. Настоящая фантастика, однако, где взять стволовые клетки?

Источники биоматериала для клонирования

- абортивный материал при естественном и искусственном оплодотворении;

- извлечение стволовых клеток из уголков и борозд мозга, костного мозга и волосяных фолликул взрослого организма и других тканях;

- кровь из пупочного канатика;
- откачанный жир;
- выпавшие детские зубы.

Изучение стволовых клеток взрослого организма, безусловно, обнадеживает и не вызывает этических проблем, в отличие от эмбриональных стволовых клеток. Общеизвестно, что лучшим источником стволовых клеток для терапевтического клонирования (т.е. получения эмбриональных стволовых клеток) являются эмбрионы. Однако в связи с этим нельзя закрывать глаза на потенциальные опасности. Европейская группа по этике выдвинула на первый план проблему прав женщин, которые могут попасть под сильное давление. Кроме того, специалисты отмечают проблему добровольного и информированного согласия для донора (а также анонимности) и для получателя клеток. Дискуссионным остаются вопросы о приемлемом риске, о применении этических стандартов в исследованиях на людях, охрана и безопасность клеточных банков, конфиденциальность и защита частного характера генетической информации, проблема коммерциализации, защита информации и генетического материала при перемещении через границу и т.д.

Длительный период времени под биотехнологией понимали микробиологические процессы. В широком смысле термин

«биотехнология» обозначают использование живых организмов для производства продуктов питания и энергии. Последние годы двадцатого века знаменовались большими достижениями молекулярной биологии и генетики.

Были разработаны методы выделения наследственного материала (ДНК), создания его новых комбинаций с помощью манипуляций, осуществляемых вне клетки, и перенесения новых генетических конструкций в живые организмы. Таким образом, появилась возможность получать новые породы животных, сорта растений, штаммы микроорганизмов с признаками, которые невозможно отобрать с помощью традиционной селекции.

История использования генетически модифицированных организмов (ГМО) в практической деятельности небольшая. В связи с этим существует элемент неопределенности относительно безопасности ГМО для здоровья человека и окружающей среды. Поэтому обеспечение безопасности генно-инженерных работ и трансгенных продуктов является одной из актуальных проблем в этой области.

Безопасность генно-инженерной деятельности, или биобезопасность, предусматривает систему мероприятий, направленных на предотвращение или снижение до безопасного уровня неблагоприятных воздействий генно-инженерных организмов на здоровье человека и окружающую среду при осуществлении генно-инженерной деятельности. Биобезопасность как новая область знаний включает два направления: разработка, применение методов оценки и предупреждение риска неблагоприятных эффектов трансгенных организмов и систему государственного регулирования безопасности генно-инженерной деятельности.

Генетическая инженерия – это технология получения новых комбинаций генетического материала с помощью манипуляций с молекулами нуклеиновых кислот, проводимых вне клетки, и переноса созданных конструкций генов в живой организм. Технология получения генно-инженерных организмов расширяет возможности традиционной селекции.

Производство трансгенных медицинских препаратов – перспективное направление генно-инженерной деятельности. Если

раньше, например, эффективным методом лечения анемии считалось частое переливание донорской крови (рискованная и дорогостоящая процедура), то сегодня для производства трансгенных медицинских препаратов используют модифицированные микроорганизмы и культуры животных клеток.

Первые трансгенные животные были получены более 20 лет назад, однако до сих пор они не используются в хозяйственной деятельности. Причин этому много: этические, технические, финансовые и т.д. Основным направлением генетической инженерии животных является выведение пород с повышенной продуктивностью, устойчивостью к болезням, из которых получают продукцию с лучшими качественными характеристиками. Существуют отдельные проекты, основной целью которых является улучшение потребительских свойств продуктов, вырабатываемых животными или из животных, а также научные разработки, исследующие модификации отдельных генов для изменения физико-химических свойств.

Какие преимущества открывает генетическая инженерия животных? С помощью ее методов возможно улучшение здоровья домашних животных, повышение их устойчивости к болезням. Все это повысит продуктивность животных, уменьшит затраты на их лечение, снизит уровень употребления антибиотиков для их лечения, а также вероятность переноса инфекций от животных к человеку.

Для решения этих задач выделяют три генно-инженерных подхода:

- добавление генов, повышающих устойчивость к болезням;
- изъятие генов восприимчивости к болезням;
- замена одних генов другими, способствующими активному противостоянию болезни.

Еще одним направлением генетической инженерии является использование животных как «биореакторов» для производства фармацевтических препаратов. Это значит, что с помощью молочных желез трансгенные животные способны производить моноклональные антитела, коллаген, фибриноген и т.д. Рассчитана



и экономическая выгода: использование трансгенных животных снизит стоимость препаратов в 10–20 раз.

Ситуация с использованием генетически модифицированных организмов в сельском хозяйстве такова, что основным вопросом является оценка соотношения между пользой и вредом, преимуществами и недостатками технологии и самих продуктов. Ключевыми выступают следующие вопросы: какие риски для здоровья человека и окружающей среды несет в себе трансгенная продукция, какие преимущества имеет генетическая инженерия по сравнению с традиционной селекцией растений.

По мнению А.П.Ермишина, использование генетически модифицированных организмов дает следующие социальные и экологические выгоды:

- сокращение обработки полей пестицидами и отказ от вспашки уменьшают интенсивность эксплуатации сельскохозяйственной техники, расход топлива и выбросов углекислого газа в атмосферу;

- снижение химической загрязненности воды и почвы позволяет предотвратить эрозию почвы, так как генетически модифицированные растения, устойчивые к гербицидам, дают возможность перейти на щадящий беспашотный метод обработки почвы;

- использование сортов с избирательной устойчивостью к насекомым-вредителям в условиях снижения интенсивности применения инсектицидов увеличивает биоразнообразие, так как на полях, занятых трансгенными сортами, наблюдается увеличение численности популяций птиц, полезных насекомых.

Регулирование биомедицинских исследований с участием человека, защита его прав и достоинств осуществляется в современных условиях благодаря международным документам, выступающим в качестве основы национальных стратегий и программ развития биоэтической службы. Интенсивное развитие современной медицины и биомедицинских технологий ставит перед обществом ряд вопросов: как соблюсти права и обязанности испытуемого, какие ценности должны стать доминирующими при исследованиях в области здравоохранения, какие успехи и возможный ущерб следует ожидать от биомедицинских поисков и

т.д. Все эти и ряд других вопросов регулируются благодаря международным документам. Они создаются такими международными организациями, как Всемирная организация здравоохранения, ООН по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО), Совет Европы, Европейский Союз, Всемирная медицинская ассоциация (ВМА), Международный совет медицинских научных обществ (CIOMS) и др. Международные документы отличаются друг от друга по юридической силе. Одни из них являются необязательными для исполнения, другие – юридически обязывающими в отношении тех стран, которые присоединились к ним и ратифицировали эти документы

К числу наиболее значимых следует отнести:

«Всеобщая декларация прав человека» (ООН, 1948 г.);

«Женевская декларация: Международная клятва врача» (ВМА, Генеральные ассамблеи 1948, 1968, 1983 гг.);

«Хельсинкская Декларация» (ВМА, Генеральные Ассамблеи 1964, 1975, 1983, 1989, 1996, 2000, 2002 гг.);

«Международный Кодекс медицинской этики» (ВМА, Генеральные Ассамблеи 1949, 1968, 1983 гг.);

«Международное руководство по этике биомедицинских исследований с участием человека» (CIOMS, Женева, 1993 г.);

«Декларация по продвижению прав пациентов в Европе» (ВОЗ, 1994 г.);

«Руководство по надлежащей клинической практике», подготовленное Международной конференцией по гармонизации (ICH GCP, 1996 г.);

«Всеобщая декларация о геноме человека и о правах человека» (ЮНЕСКО, 1997 г.);

«Конвенция о защите прав и достоинства человека в связи с применением достижений биологии и медицины», принятая Советом Европы (1997 г.) с последующими «Дополнительными протоколами»;

Рекомендации комитетам по этике, проводящим экспертизу биомедицинских исследований (ВОЗ, 2000 г.);

«Всеобщая декларация по биоэтике и правам человека» (ЮНЕСКО, 2005 г.) и ряд других документов;

Дополнительный протокол к Конвенции Совета Европы о биомедицине и правах человека, касающийся биомедицинских исследований (2005 г.);

Рекомендации Совета Европы относительно исследований, проводимых на биологических материалах человеческого происхождения (2006 г.).

#### Задание 1

Изучите понятие доказательной медицины. В чем сущность соблюдения принципов доказательной медицины.

#### Задание 2

Рассмотрите на примере какие этические проблемы возникают при взаимоотношении биолога и живых природных объектов, используемых в исследованиях.

#### Задание 3

Разработайте план использования современных медицинских технологий в лечении новых (ранее неизученных заболеваний)

### Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятия «Доказательная медицина»?
2. Перечислите основания по которым неправильно проведенное исследование считается неэтичным.
3. Назовите какой материал может является источником для проведения клонирования?
4. Какие мероприятия предусматривает соблюдение требований биобезопасности?

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### Основная литература

1. Засухина, В.Н. Основные проблемы биоэтики [Электронный ресурс] / В.Н. Засухина. — 2013. — 68 с. : ил. — Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/275423>

2. Цаценко Л.В., Биоэтика и основы безопасности: учебное пособие. – 3-е изд., стер. \_СПб.: Издательство «Лань», 2018. – 92с.: Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/103917/#4>

### Дополнительная литература

1. Ерохина, Л.Д. Фармацевтическая биоэтика [Электронный ресурс] / А.К. Ерохин, Г.А. Трифонова, Е.В. Некрасова, Л.Д. Ерохина. — Владивосток : Медицина ДВ, 2017. — 353 с. — ISBN 978-5-98301-120-5. — Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/641703>

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Занятие 1	Биоэтика как научное и философское понятие. Понятие биоэтики. Биоэтика как наука. Биоэтика как мировоззрение	4
Занятие 2.	Натуралистическая этика. Принцип «Watchnotouch». В.Р. Поттер, Т. де Шарден, А. Швейцер. Механицизм и витализм. Современная натуралистика - новые технологии и старые идеи	9
Занятие 3.	Биология как лидер науки 21 века и самая опасная наука современности. Понятие «опасной» науки (Поттер) как толчок к появлению экологической этики. Биотехнология как вид техники: особенности развития, прогноз. Биотехнология и экономика: роль СМИ	13
Занятие 4.	«Война» естествоиспытателей или натуралистов в истории биологии и современное состояние проблемы. Павлов и Лоренц и проблема поведения животных как пример противостояния подходов	17
Занятие 5.	Общественное движение в защиту животных. Законодательства по защите животных. Биоэтика и ее взаимоотношения с биополитикой. Теоретическая и практическая биоэтика. Прикладная биоэтика	23
Занятие 6.	Религия и животные. Индуизм, буддизм, джайнизм. Иудаизм. Ислам. Христианство. Православное христианство. Права животных	35
Занятие 7.	Использование животных человеком и проблемы биоэтики. Животные и развлечения. Дикие животные. Воспитание этического отношения к животным как часть нравственного воспитания	44
Занятие 8.	Проблемы животноводства. Альтернатива животноводству. Экспериментирование на животных. Альтернативное биотестирование. Принцип «Трех R»: reduce, refine, replace. Замена высших животных в биотестировании молекулярно-генетическими тестами, а также низшими, беспозвоночными моделями. Роль и место беспозвоночных моделей в биологии: история вопроса и современное состояние (русская специфика)	53
Занятие 9.	Проблема принципов биологии в медицине (доказательная медицина) Узловые вопросы клонирования органов и тканей человека. Этические проблемы взаимоотношений биолога и живых природных объектов. Новые медицинские технологии	63



Учебное издание

Малахова Олеся Анатольевна

## ОСНОВЫ БИОЭТИКИ

Методические указания

Отпечатано с готового оригинал-макета  
Подписано в печать 20.01.2020. Формат 60×84 1/16

Усл. печ. л. 4,31; печ. л. 4,63.

Тираж 50. Заказ № 490.

Редакционно-издательский отдел ФГБОУ ВО Самарского ГАУ  
446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2

Тел.: 8 939 754 04 86, доб. 608

E-mail: [ssaariz@mail.ru](mailto:ssaariz@mail.ru)