



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<br>(ув. до 8000 раз; разрешение 0,2мкм) | Электронная микроскопия<br>(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.

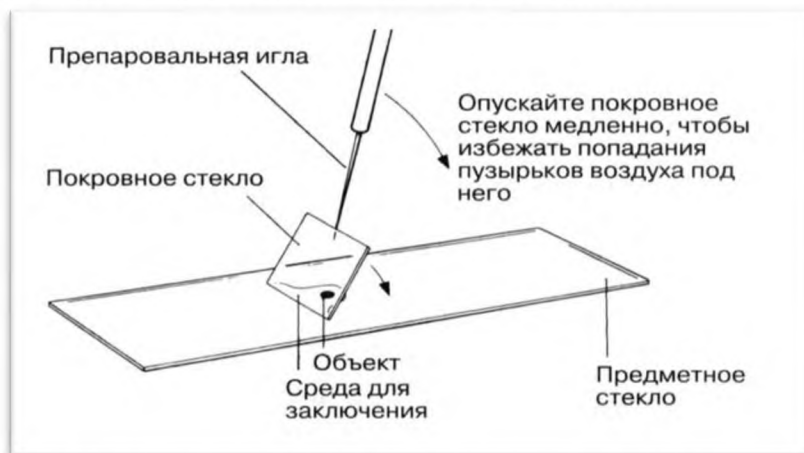


Рис.2. Приготовление микропрепарата. Накрывание объекта покровным стеклом.

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 (*тамно*- 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.)

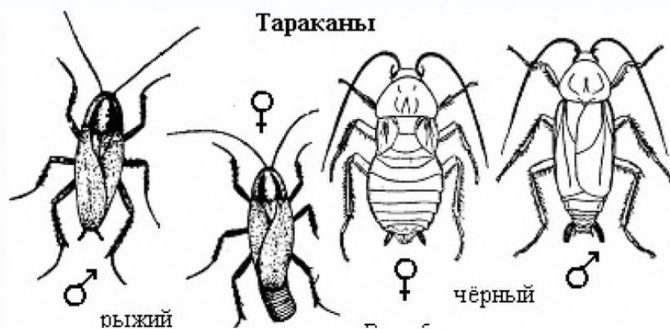


Рис. 3. Тараканы — внешний вид самца и самки

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-<br>дующего уровня | номер<br>ступени |
|--------|------------------------------------------------|------------------------------------|------------------|
| 1      | Деревья или кустарники<br>Травянистые растения |                                    |                  |
| 2      | Водное растение<br>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.

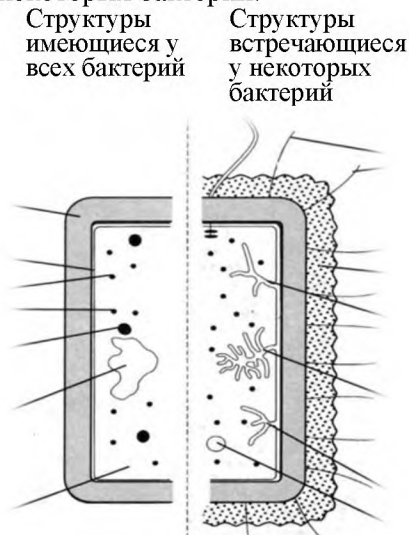
Некоторые бактерии (в основном принадлежащие к роду *Clostridium* или *Bacillus*) образуют *эндоспоры* т. е. споры, находящиеся внутри клетки. Эндоспоры — толстостенные долгоживущие образования, крайне устойчивые к нагреванию и коротковолновому излучению. Они по-разному располагаются внутри клетки, что 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  | 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 $F_1$ ) 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<br>$X^b$ – рыжая<br>$X^B X^b$ – 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;<br>$X^b X^b$ - 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).

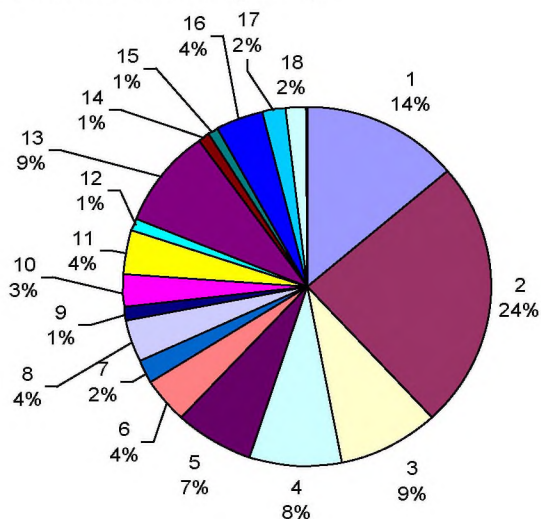


Рис. 6. Биоразнообразие организмов (соотношение видов) : 1. высшие растения - 14%; 2. Жесткокрылые - 24%; 3. Чешуекрылые - 9%; 4. Полу-жесткокрылые - 8%; 5. Двукрылые - 7%; 6. Пауки - 4%; 7. Ракообразные - 2%; 8. Моллюски - 4%; 9. Нематоды - 1%; 10. Позвоночные - 3%; 11. Др. беспозвоночные - 4%; 12. 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*.

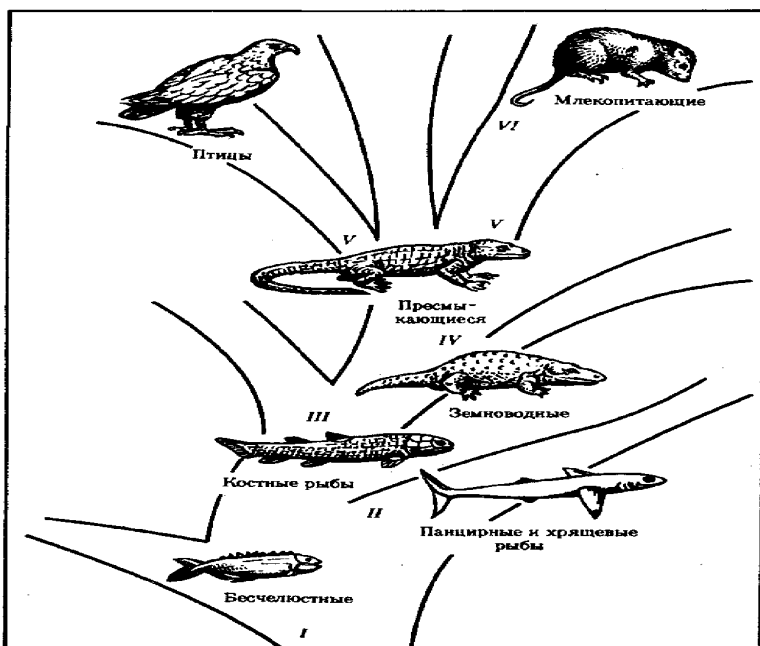


Рис. 7. Узловые моменты в прогрессивной эволюции хордовых:  
 I—появление хрящевого скелета, дифференцировка центральной нервной системы на головной и спинной мозг, II—появление челюстей,  
 III—появление парных конечностей наземного типа и легких,  
 IV—преодоление барьера влажности, V—теплокровность,  
 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 (*Chelonia*), Крокодилы (*Crocodylia*) и Первозщеры, или Клювоголовые (*Prosauria*, или *Rhyncocephalia*).

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 млекопитающиеся?

## **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<br>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, 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<br>(ув. до 8000 раз; разрешение 0,2мкм) | Электронная микроскопия<br>(ув. до 100 000раз; разрешение<br>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.

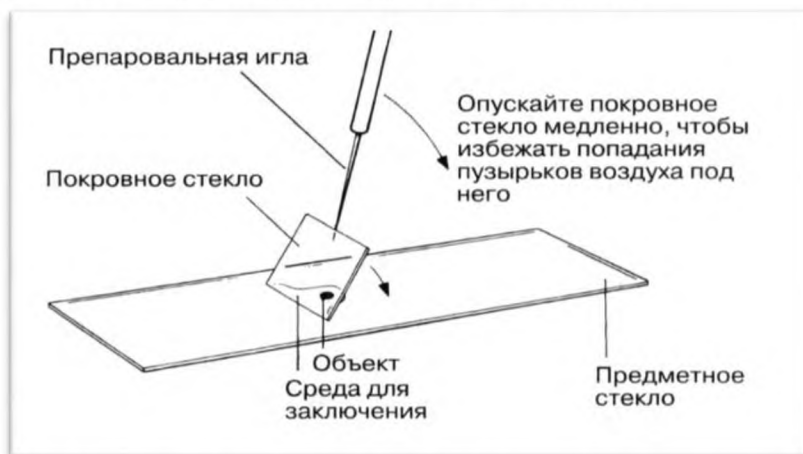


Рис.2. Приготовление микропрепарата. Накрывание объекта покровным стеклом.

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 **дифференом** 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 (*тамно*- 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.)

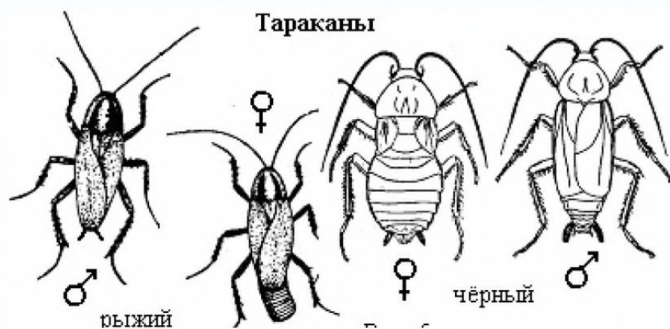


Рис. 3. Тараканы — внешний вид самца и самки

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-<br>дующего уровня | номер<br>ступени |
|--------|------------------------------------------------|------------------------------------|------------------|
| 1      | Деревья или кустарники<br>Травянистые растения |                                    |                  |
| 2      | Водное растение<br>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.

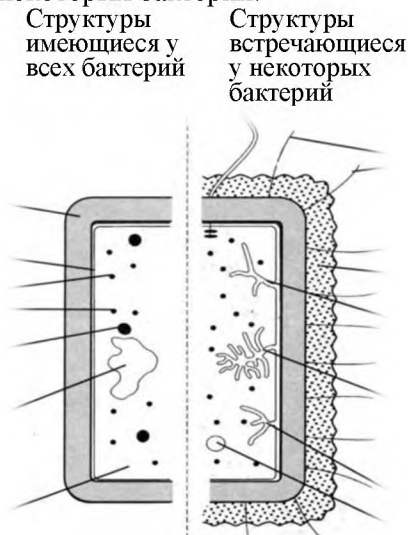
Некоторые бактерии (в основном принадлежащие к роду *Clostridium* или *Bacillus*) образуют *эндоспоры* т. е. споры, находящиеся внутри клетки. Эндоспоры — толстостенные долгоживущие образования, крайне устойчивые к нагреванию и коротковолновому излучению. Они по-разному располагаются внутри клетки, что 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<br>$X^b$ – рыжая<br>$X^BX^b$ – черепаховая окр. | У кошек черепаховый цвет (трехцветная окраска) сцеплен с полом (ген локализован в X-хромосоме) |
| Возможны: ♀ - кошка                                                    | $X^BX^B$ - черная; $X^B X^b$ -черепаховая;<br>$X^b X^b$ - 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).

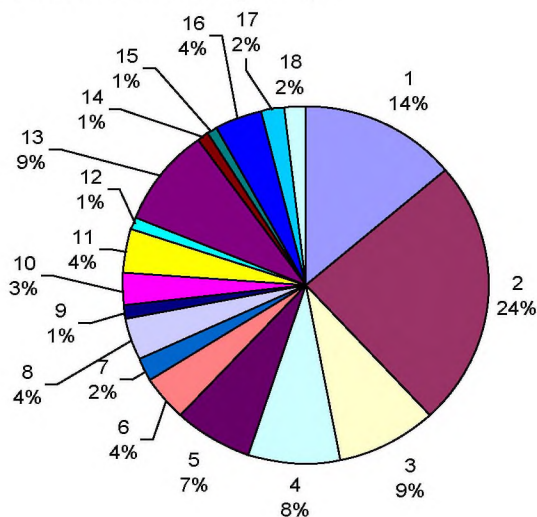


Рис. 6. Биоразнообразие организмов (соотношение видов) : 1. высшие растения - 14%; 2. Жесткокрылые - 24%; 3. Чешуекрылые - 9%; 4. Полу-жесткокрылые - 8%; 5. Двукрылые - 7%; 6. Пауки - 4%; 7. Ракообразные - 2%; 8. Моллюски - 4%; 9. Нематоды - 1%; 10. Позвоночные - 3%; 11. Др. беспозвоночные - 4%; 12. 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*.

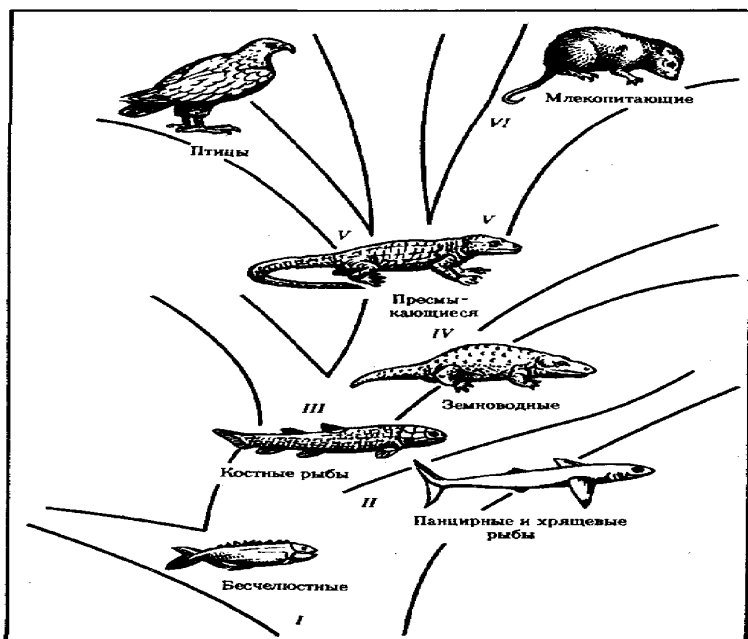


Рис. 7. Узловые моменты в прогрессивной эволюции хордовых:  
 I—появление хрящевого скелета, дифференцировка центральной нервной системы на головной и спинной мозг, II—появление челюстей,  
 III—появление парных конечностей наземного типа и легких,  
 IV—преодоление барьера влажности, V—теплокровность,  
 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 (*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<br>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).

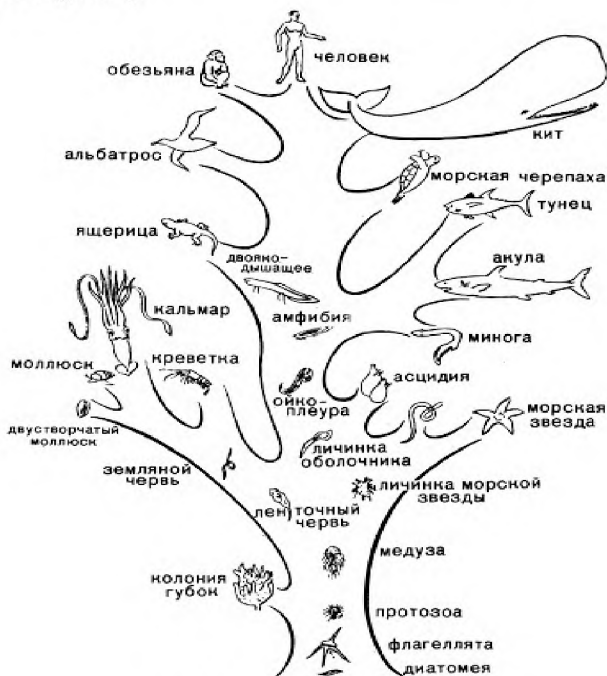


Рис.1. Филогенетическое дерево

**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).

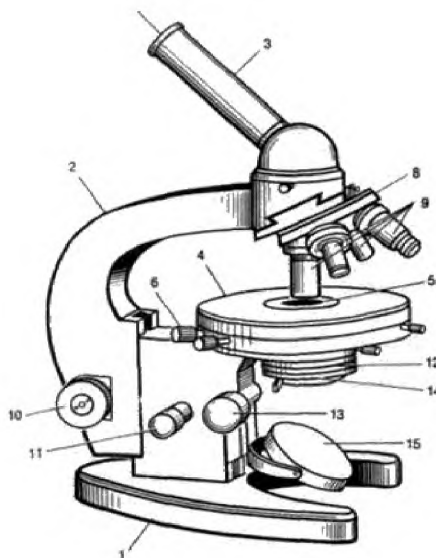


Рис. 1. Микроскоп МБР-1:

- 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.

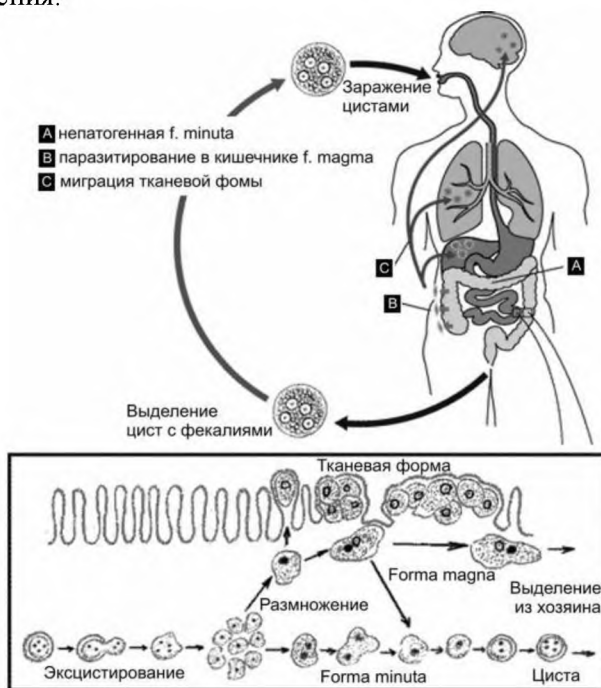


Рис. 2. Схема строения жизненного цикла дизентерийной амебы

**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*.

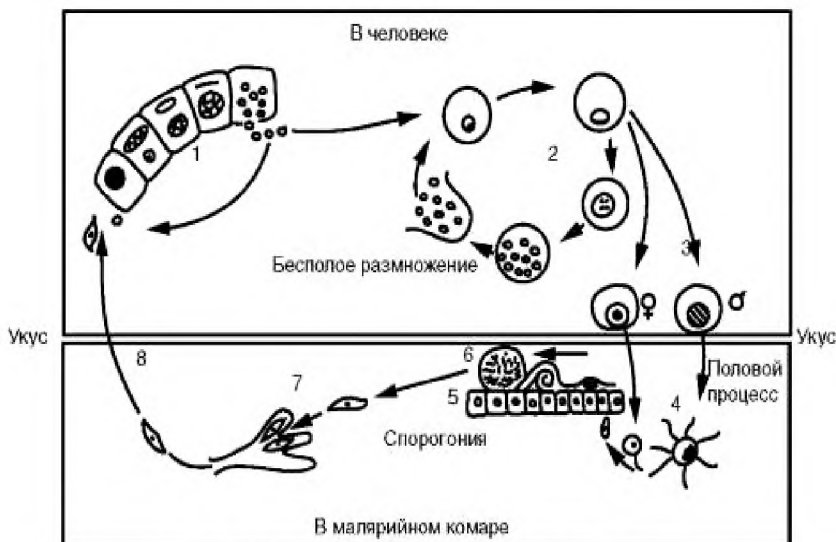


Рис. 3. Жизненный цикл *Plasmodium falciparum*

### 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.

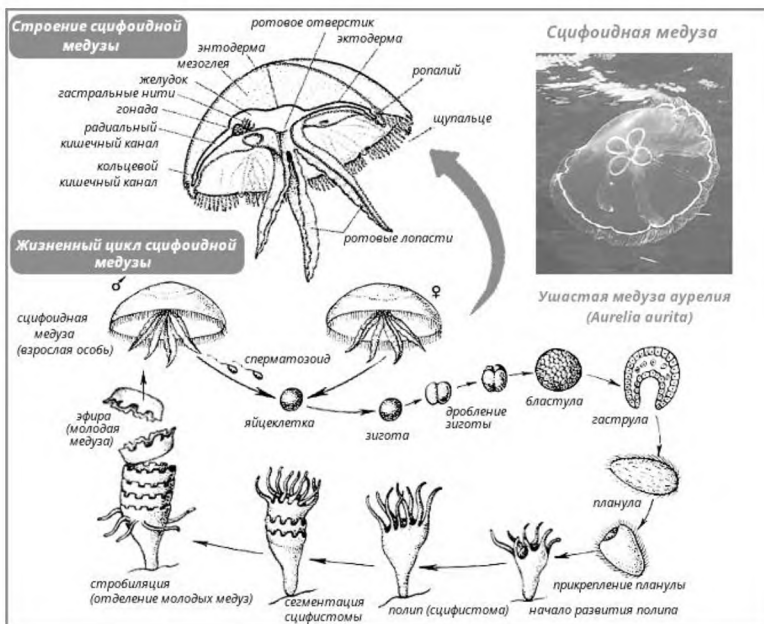


Рис.4.Схема размножения гидроидных (*Hydrozoa*)

### 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.

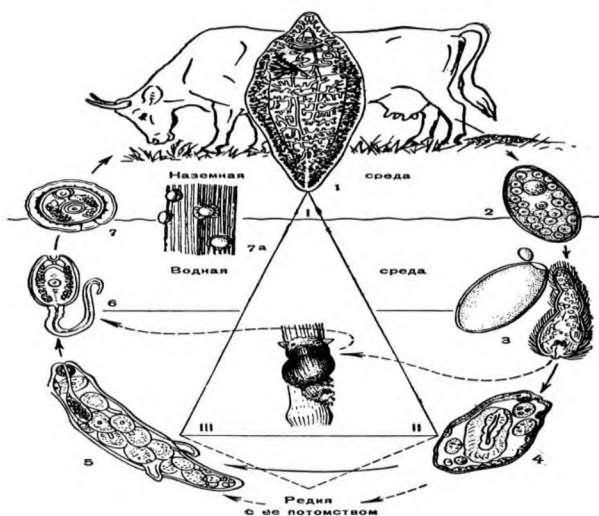


Рис. 5. Цикл размножения тип плоские черви, Класс Сосальщнки (*Trematoda*)

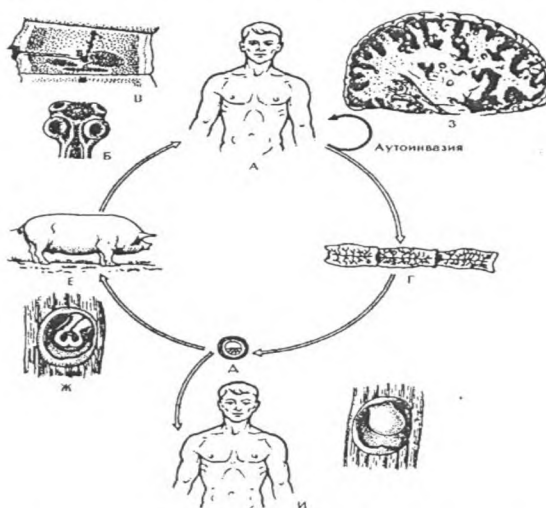


Рис. 6. Жизненный цикл Свиного цепня (*Taenia solium*)

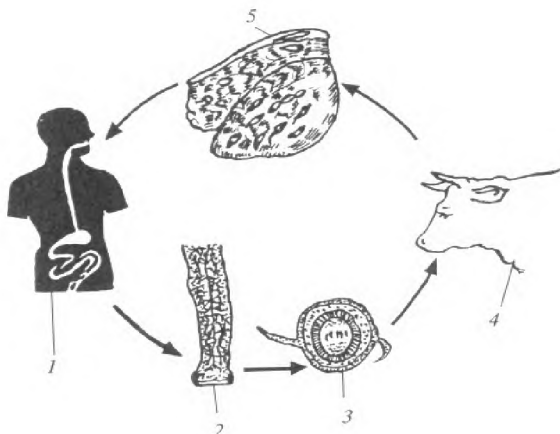


Рис.7. Невооруженный Бычий цепень *Taeniarhynchus saginatus*

### 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).

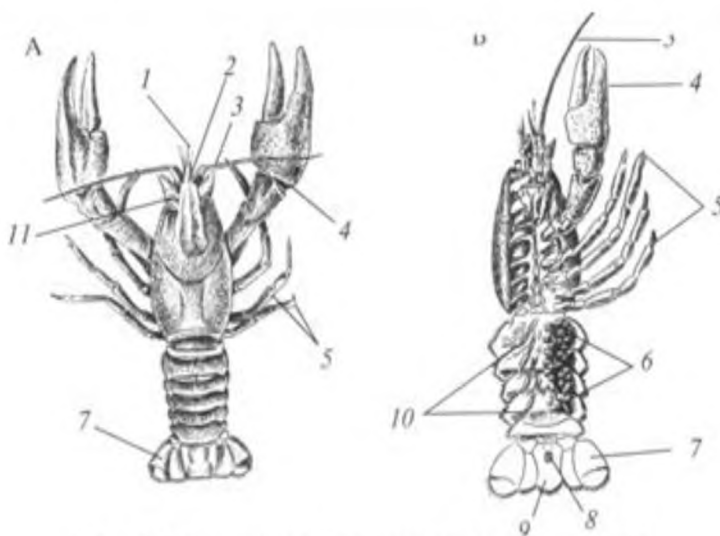


Рис. 1. Внешний вид речного рака со спинной (А) и с брюшной стороны (Б):

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).

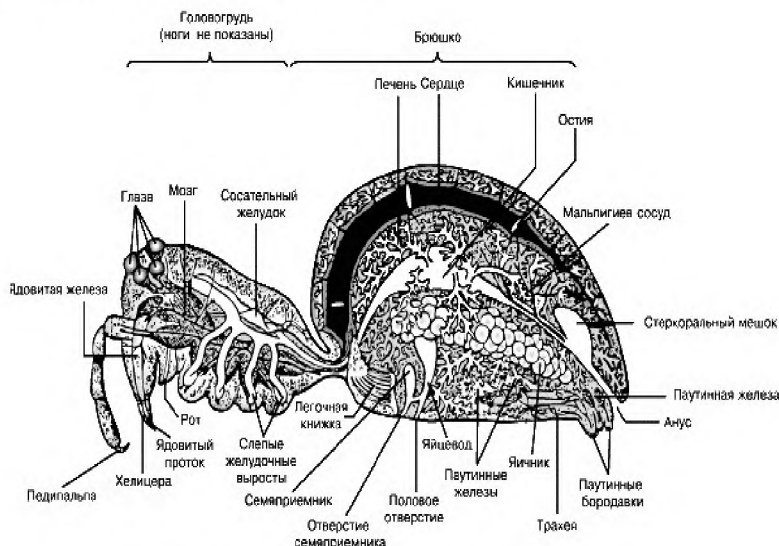


Рис. 9. Внешнее и внутреннее строение паука

## 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.

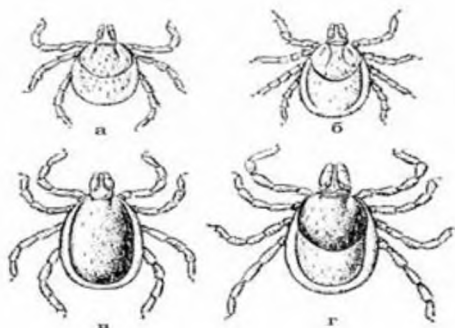


Рис. 10. Таежный клещ самка:  
а – личинка; б – нимфа; в – вид с брюшка; г – вид со спины

### 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.

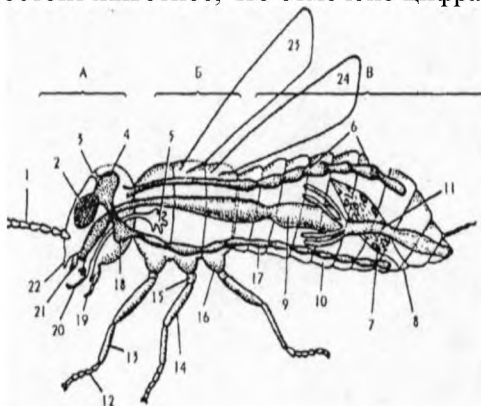


Рис. 11. Комнатная муха (*Musca domestica*)

**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, злато-глазка;
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> –<br>Ракообразные | Класс <i>arachnoidea</i> –<br>Паукообразные | Класс <i>insecta</i> –<br>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.

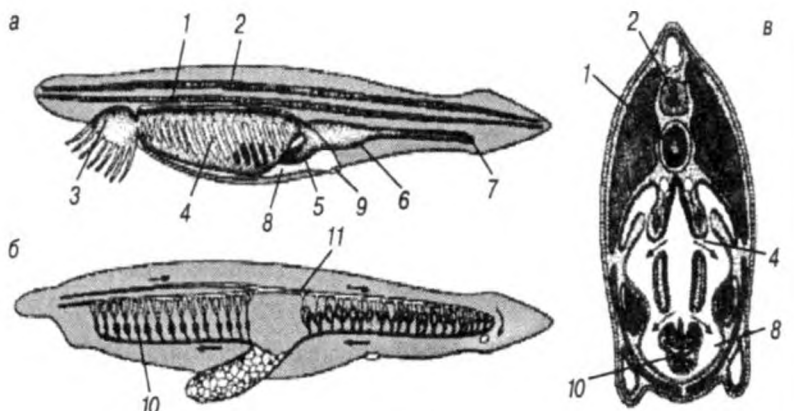


Рис. 12. Строение ланцетника

**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.

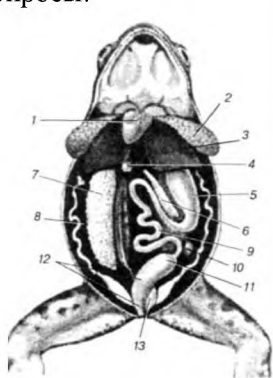


Рис. 13. Внутреннее строение лягушки



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.

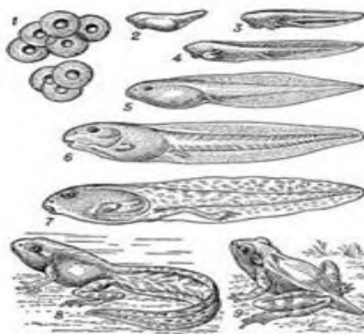


Рис.15. Стадии развития Земноводных

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, удоы, 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 Класа 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**

**Инфраклас 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 суровых 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 Мастигофоры (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;

$$(\text{pH}_1 - \text{pH}_2) \leq r$$

где  $\text{pH}_1$ ,  $\text{pH}_2$  – результаты параллельных определений;

$r$  – значение предела повторяемости,  $\text{pH}$

*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.

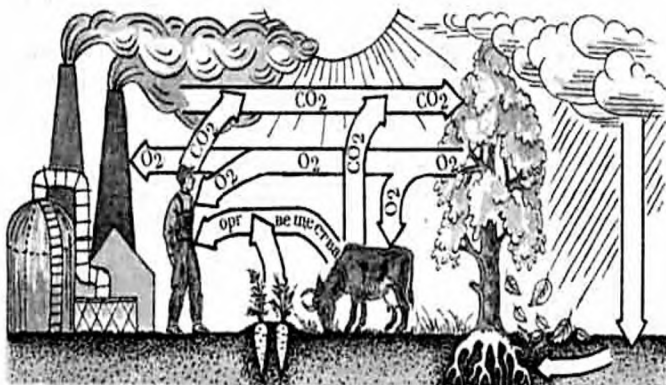


Рис. 2. Влияние газов на биоту

**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).

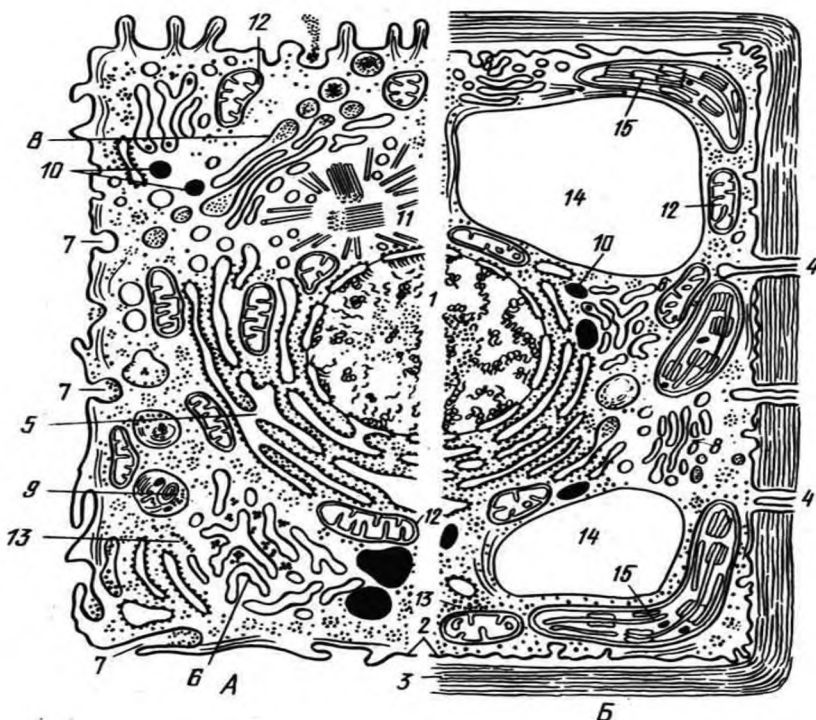


Рис. 1. Схема строения эукариотической клетки

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).

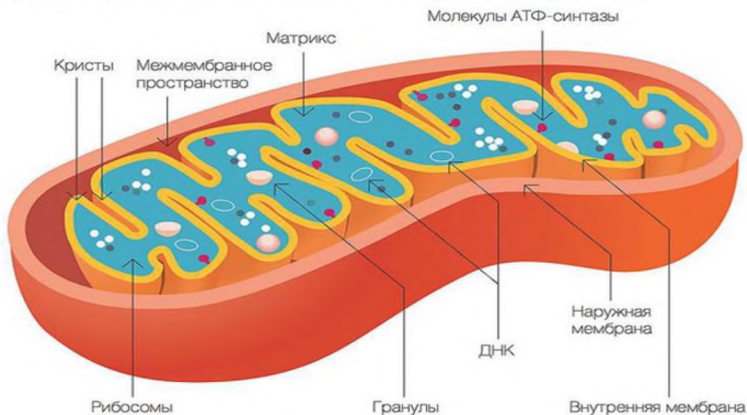


Рис. 2. Строение митохондрии

*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 пировата и жирных кислот в ацетил-СоА.

2. Оксидирование 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 – созидрующие, 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):

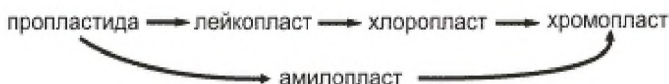


Рис. 3. Формы развития пластид

*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, пластиды 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